COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les observations de température faites au Jardin des Plantes, pendant l'année météorologique* 1874, *avec les thermomètres électriques, sous un sol gazonné et dénudé;* par MM. **Becquerel** et **Edm. Becquerel.** (Extrait.)

« On a commencé à établir au Jardin des Plantes, depuis 1863, des appareils thermo-électriques avec lesquels on observe avec une grande exactitude, plusieurs fois par jour, la température au-dessus du sol, d'une part, jusqu'à 20 mètres, et au-dessous jusqu'à 36 mètres, de 5 mètres en 5 mètres; et, d'autre part, à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$ et $0^m,60$, sous un sol dénudé et un autre semblable couvert de gazon. On observe en même temps les températures maxima et minima au nord, dans l'air, et dont on déduit les moyennes diurnes, auxquelles on rapporte les autres températures.

» Dans le Mémoire dont nous ne donnons ici qu'un extrait se trouvent toutes les observations faites à 6 et à 9 heures du matin et à 3 heures du soir, pendant l'année météorologique 1874, c'est-à-dire du 1er décembre 1873 au 1er décembre 1874.

» Le tableau I ci-après contient les températures moyennes des maxima et des minima de l'air au nord;

» Le tableau II, les moyennes de 1 mètre à 36 mètres au-dessous du sol au bas desquelles se trouvent les moyennes de 1873;

» Le tableau III, les températures au-dessus des deux sols, l'un gazonné et l'autre dénudé, à la même profondeur;

» Le tableau IV, les différences entre ces mêmes températures.

TABLEAU I. — *Température de l'air.*

Mois.	Thermométrographe.			Thermomètres à max. et à min.		
	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes des maxima et des minima.	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes des max. et des min.
Décembre 1873...	6,32	0,82	3,57	6,25	0,85	3,55
Janvier 1874....	7,76	1,57	4,66	7,81	1,60	4,70
Février.....	7,97	0,69	4,33	8,01	0,75	4,38
Mars.....	11,31	3,05	7,18	10,63	3,02	6,82
Avril.....	17,04	6,97	12,00	17,38	6,85	12,11
Mai.....	17,15	6,85	12,10	17,60	6,70	12,15
Juin.....	23,95	12,69	18,32	24,22	12,34	18,28
Juillet.....	27,94	16,09	22,01	28,04	15,69	21,86
Août.....	23,43	13,23	18,33	23,85	12,93	18,39
Septembre.....	21,65	12,15	16,90	21,98	11,79	16,88
Octobre.....	16,18	7,30	11,74	16,67	7,22	11,94
Novembre.....	9,44	2,87	6,15	9,56	2,82	6,19
Moyenne..	15,85	7,02	11,43	16,00	6,88	11,44

TABLEAU II. — *Moyennes mensuelles.*

Mois.	Profondeurs.								Temp. moyenne de l'air.
	36m	31m	26m	21m	16m	11m	6m	1m	
Déc. 1873..	12,55	12,50	12,38	12,47	12,42	12,45	13,25	10,30	3,57
Janv. 1874.	12,57	12,53	12,38	12,43	12,38	12,45	12,88	9,65	4,66
Fév.....	12,60	12,55	12,47	12,40	12,42	12,45	12,55	7,30	4,33
Mars.....	12,60	12,50	12,52	12,40	12,40	12,30	11,80	6,97	7,18
Avril.....	12,60	12,47	12,67	11,42	12,42	12,12	11,37	8,46	12,00
Mai.....	12,60	12,45	12,75	12,45	12,38	12,07	11,20	10,92	12,10
Juin.....	12,60	12,50	12,75	12,45	12,32	11,93	11,40	13,19	18,32
Juill.....	12,60	12,50	12,77	12,43	12,30	11,90	11,65	15,55	22,01
Août.....	12,60	12,50	12,80	12,40	12,30	11,93	12,22	16,69	18,33
Sept.....	12,60	12,48	12,73	12,40	12,30	11,95	12,82	16,53	16,90
Oct.....	12,60	12,45	12,50	12,33	12,20	12,02	13,15	15,57	11,74
Nov.....	12,60	12,45	12,42	12,30	12,15	12,05	13,38	12,71	6,15
Moyennes annuelles de 1874.	12,59	12,49	12,59	12,40	12,33	12,13	12,30	11,98	11,44
Moyennes annuelles de 1873.	12,51	12,46	12,54	12,41	12,41	12,30	12,39	11,82	

» On voit que de 26 à 36 mètres la température est à peu près constante; les différences ne portent que sur les centièmes de degré, différences qui peuvent être négligées dans les observations de ce genre.

» En discutant les observations, on a vu qu'à 1 mètre les maxima et les minima annuels ont lieu aux mêmes époques que dans l'air, ainsi qu'à 26 mètres, comme on l'avait constaté précédemment. On avait vu qu'il en était de même à 16 mètres; mais, pendant l'année 1874, cet état de choses n'est pas aussi marqué que les années précédentes. Voici comment on se rend compte de cette différence d'effet : En consultant la carte hydrologique de M. Delesse, on voit qu'à 16 mètres on commence à pénétrer dans la nappe d'eau souterraine qui alimente les puits du Jardin des Plantes. Cette nappe s'écoule sans cesse vers la Seine; elle reçoit directement les eaux atmosphériques, et la température doit participer, par conséquent, de celle de l'air. A 26 mètres se trouve la deuxième nappe souterraine qui repose sur l'argile plastique, nappe puissante, attendu qu'elle repose sur des couches imperméables; elle est alimentée par les eaux pluviales ainsi que par les eaux coulant à la surface du sol, dans les endroits où affleure l'argile plastique.

» Le tableau III contient les moyennes des observations faites sous le sol dénudé et sous le sol couvert de gazon.

TABLEAU III.

		Sol couvert d'herbes. Profondeur.					*Sol dénudé et sablé.* Profondeur.					Moy. du
Mois.		$0^m,05$	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	$0^m,05$	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	mois.
Déc. 1873.	6 h. matin.	4,10	4,54	5,10	5,46	6,39	2,33	2,63	3,27	3,86	5,29	
	3 h. soir.	4,25	4,51	4,98	5,45	6,36	3,23	3,12	3,27	3,76	5,22	
	Moyenne...	4,17	4,52	5,04	5,45	6,37	2,78	2,87	3,27	3,81	5,25	3,57
Janv. 1874.	6 h. matin.	3,63	3,86	4,19	4,31	4,76	2,82	3,02	3,42	4,71	4,49	
	3 h. soir.	3,93	3,94	4,11	4,36	4,84	4,20	3,82	3,58	3,68	4,51	
	Moyenne...	3,78	3,90	4,15	4,33	4,80	3,51	3,42	3,50	4,19	4,50	4,66
Fév.	6 h. matin.	3,05	3,29	3,68	3,85	4,43	2,21	2,58	3,08	3,39	4,22	
	3 h. soir.	3,50	3,44	3,61	3,91	4,46	4,59	3,88	3,37	3,36	4,24	
	Moyenne...	3,27	3,36	3,64	3,88	4,44	3,40	3,23	3,22	3,37	4,23	4,33
Mars.	6 h. matin.	5,48	5,70	5,84	5,72	5,69	4,67	5,25	5,99	6,31	6,32	
	3 h. soir.	6,31	6,00	5,78	5,74	5,73	9,31	7,98	6,54	6,16	6,34	
	Moyenne...	5,89	5,85	5,81	5,73	5,71	6,99	6,61	6,26	6,23	6,33	7,18
Avril	6 h. matin.	10,42	10,-3	10,75	10,37	9,66	9,20	9,98	11,00	11,27	10,56	
	3 h. soir.	12,35	11,48	10,76	10,34	9,77	16,40	14,63	12,26	11,21	10,64	
	Moyenne...	11,38	11,10	10,75	10,35	9,71	12,80	12,31	11,63	11,24	10,60	12,00

		Sol couvert d'herbes. Profondeur.					*Sol dénudé et sablé.* Profondeur.					Moy. du
Mois.		$0^m,05$	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	$0^m,05$	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	mois.
Mai. 1874.	9 h. soir.	12,55	13,11	13,33	13,11	12,45	10,28	11,12	12,42	12,89	12,45	
	3 »	15,15	14,16	13,29	13,06	12,50	17,60	15,81	13,68	12,81	12,47	
	Moyenne...	13,85	13,63	13,31	13,08	12,47	13,94	13,46	13,05	12,85	12,46	12,10
Juin.	6 h. matin.	18,33	18,76	18,91	18,58	17,33	16,67	17,71	19,03	19,36	18,38	
	3 h. soir.	21,29	19,99	18,88	18,45	17,38	24,76	22,68	20,29	19,29	18,37	
	Moyenne...	19,80	19,37	18,89	18,51	17,35	20,71	20,19	19,66	19,32	18,37	18,32
Juill.	6 h. matin.	21,13	21,61	21,84	21,55	20,42	19,85	20,96	22,36	22,72	21,48	
	3 h. soir.	24,27	22,92	21,83	21,42	20,47	28,95	26,46	23,67	22,37	21,54	
	Moyenne...	22,70	22,26	21,83	21,48	20,44	24,40	23,71	23,01	22,54	21,51	22,01
Août.	6 h. matin.	18,39	18,94	19,49	19,59	19,43	16,10	17,12	18,54	19,24	19,10	
	3 h. soir.	20,43	19,77	19,41	19,40	19,41	23,54	21,68	19,63	19,05	19,09	
	Moyenne...	19,41	19,35	19,45	19,49	19,42	19,82	19,40	19,08	19,14	19,09	18,33
Sept.	6 h. matin.	16,03	16,45	16,92	17,08	17,35	14,35	15,05	16,18	16,51	16,96	
	3 h. soir.	17,32	17,04	16,94	17,10	17,40	19,31	18,23	16,86	16,75	16,95	
	Moyenne...	16,67	16,74	16,93	17,09	17,37	16,83	16,64	16,52	16,63	16,95	16,90
Oct.	6 h. matin.	11,63	12,21	12,90	13,26	14,15	9,50	10,23	11,24	11,87	12,97	
	3 h. soir.	12,55	12,48	12,75	13,15	14,10	12,60	12,02	11,57	11,76	12,94	
	Moyenne...	12,09	12,34	12,82	13,20	14,12	11,05	11,12	11,40	11,81	12,95	11,74
Nov.	6 h. matin.	6,71	7,19	7,93	8,41	9,62	4,91	5,26	5,98	6,73	8,25	
	3 h. soir.	7,00	7,19	7,74	8,29	9,50	6,20	6,10	6,14	6,61	8,09	
	Moyenne...	6,85	7,19	7,83	8,35	9,56	5,55	5,68	6,06	6,67	8,17	6,15
Moyennes de l'année.		11,65	11,63	11,70	11,74	11,81	11,81	11,55	11,39	11,48	11,70	11,43

Tableau IV.

Différences entre les températures des deux sols, l'un couvert, l'autre dénudé

Mois.	à $0^m,05$ de profondeur. à 6 h., matin.	à $0^m,05$ de profondeur. à 3 h., soir.	à $0^m,10$ de profondeur. à 6 h., matin.	à $0^m,10$ de profondeur. à 3 h., soir.
	°	°	°	°
Décembre 1873.	+ 1,77	+ 1,02	+ 1,91	+ 1,39
Janvier 1874...	+ 0,80	— 0,27	+ 0,84	+ 0,12
Février.....	+ 0,84	— 1,09	+ 0,71	— 0,44
Mars	+ 0,81	— 3,00	+ 0,45	— 1,98
Avril	+ 1,22	— 4,05	+ 0,75	— 3,15
Mai	+ 2,27	— 2,45	+ 1,99	— 1,65
Juin.....	+ 4,66	— 3,49	+ 1,05	— 2,69
Juillet	+ 1,28	— 4,68	+ 0,65	— 1,54
Août.....	+ 2,29	— 3,11	+ 1,83	— 1,68
Septembre.....	+ 1,68	— 1,99	+ 2,10	— 1,19
Octobre.....	+ 2,13	— 1,05	+ 1,98	+ 0,46
Novembre.....	+ 0,18	+ 0,80	+ 1,93	+ 1,09
Moyenne....	+ 1,50	— 1,95	+ 1,50	— 0,94

» Ces résultats montrent qu'à une profondeur de $0^m,05$, dans l'un et l'autre sol, la température a été plus élevée à 6 heures du matin, en moyenne, de $1°,50$ sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; à 3 heures, c'est l'inverse; la température a été, en moyenne, de $-1°,95$ en faveur du sol dénudé. A $0^m,10$, il en est encore de même; la température est également plus élevée à 6 heures, sous le sol couvert, que sous l'autre; la moyenne est de même de $1°,50$. A 3 heures du soir, c'est aussi l'inverse; on voit donc que, sous un sol couvert de gazon, la température s'abaisse moins que sous un sol dénudé, tandis que le contraire a lieu sous l'influence solaire. On en aura une nouvelle preuve dans les observations suivantes :

» Dans le mois de décembre 1871, comme nous l'avons déjà rapporté (*Mémoires de l'Académie*, t. XXXVIII, p. 251), quand la température de l'air s'est abaissée jusqu'à 14 degrés au-dessous de zéro, on a observé les températures suivantes à $0^m,05$, $0^m,10$ au-dessous du sol gazonné couvert de neige et du même sol dénudé couvert également de neige :

	A $0^m,05$, *sol gazonné couvert de neige.*		*A* $0^m,10$ *sol dénudé couvert de neige.*		
Décembre 1871.	6 heures du matin.	3 heures du soir.	6 heures du matin.	3 heures du soir.	Température de l'air.
	°	°	°	°	°
8.....	+ 0,70	1	— 0,65	— 0,45	— 8,0
9.....	+ 0,60	1	— 1,70	— 1,00	— 14,5
10.....	+ 0,60	1	— 1,70	— 1,30	— 11,7
11.....	+ 0,65	1	— 1,90	— 0,70	— 3,1

» On voit que sous un sol gazonné, à $0^m,05$ et $0^m,10$ de profondeur, quand la température de l'air est au-dessous de zéro dans l'air, même à — 14 degrés, elle est au-dessus de zéro, tandis qu'elle est au-dessous de zéro lorsque le sol est dénudé; que le sol gazonné a toujours eu, à 6 heures du matin, une température au-dessus de zéro, et qu'elle a été en augmentant successivement jusqu'à $0^m,60$, tandis que sous le sol dénudé elle a été quelquefois au-dessous de zéro, comme on le voit sur la colonne des températures diurnes.

» Ces exemples montrent l'influence qu'exerce un sol gazonné sur la température jusqu'à $0^m,60$ de profondeur. On voit par là que les observations recueillies en 1874 conduisent aux mêmes conséquences que celles des années précédentes.

» Sous le sol gazonné, la température, jusqu'à plusieurs décimètres au-dessous de la surface, est plus élevée à 6 heures du matin qu'à 3 heures

du soir que sous le sol dénudé; à 3 heures, le contraire a lieu, tandis que la température moyenne annuelle est à peu près la même sous les deux sols.

» Cet état de choses peut être de quelque utilité pour la physiologie végétale et les cultures; car on voit qu'il n'est pas indifférent de placer les racines craignant la gelée dans un sol gazonné ou dénudé : aussi un gazonnage léger peut empêcher des graines et des racines de plantes ou d'arbrisseaux de geler.

» Les appareils destinés à donner la température de la terre jusqu'à 36 mètres au-dessous du sol sont établis de telle sorte qu'ils n'éprouveront aucune altération pendant un très-grand nombre d'années; on pourra donc s'assurer si dans l'avenir la température des diverses couches de terre jusqu'à cette profondeur a éprouvé ou non des changements.

» Dans l'intérêt de la physique terrestre, il serait à désirer que l'on pût établir, à une profondeur plus grande, un appareil semblable, afin de savoir jusqu'à quel point la température de la croûte terrestre éprouve ou non des changements dans sa constitution, à la suite des temps, soit par l'effet d'un refroidissement lent, soit par la seule difficulté et la grande dépense qu'exigerait un puits foré. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur les betteraves à sucre;* par MM. **E. Fremy** et **P.-P. Dehérain.**

« L'extension que prend en France la culture de la betterave à sucre appelle naturellement l'attention des chimistes et des agronomes sur les variations que présente la composition de cette racine.

» Cette composition est-elle influencée soit par la nature de la graine d'où proviennent les racines, soit par le mode de culture, soit par la nature du sol dans lequel les betteraves se développent? Si ces différentes causes agissent simultanément, quelle part faut-il faire à chacune d'elles? Telles sont les questions que nous avons voulu aborder dans ce travail.

» Nous savons que, dans cette recherche, nous arrivons après beaucoup d'autres observateurs; mais le sujet est assez vaste et assez difficile pour laisser place encore, pendant longtemps, à tous ceux qui veulent l'étudier.

» Dans la suite de ses intéressantes publications sur les betteraves, M. Peligot a montré déjà toute l'importance qu'il faut attacher au choix judicieux de la graine; on sait en outre que M. Viollette a fait connaître récemment les soins qu'on apporte dans notre région septentrionale à la

culture de la betterave pour graines et les avantages qu'on en retire. Néanmoins les plaintes incessantes des fabricants, sur la pauvreté en sucre des betteraves que leur fournissent les cultivateurs, semblent démontrer que le mode de culture qui est suivi exerce peut-être sur la richesse saccharine des racines une influence considérable, et que, s'il n'est pas possible d'obtenir de bonnes betteraves en cultivant de mauvaises graines, il peut se faire aussi que de bonnes graines mal cultivées donnent des betteraves peu sucrées.

» Laissant donc de côté la question de la sélection des graines, qui est étudiée en ce moment avec tant de soin et de succès par plusieurs observateurs habiles, nous nous sommes proposé particulièrement, dans le travail dont nous présentons aujourd'hui l'extrait à l'Académie, d'examiner l'influence qu'exercent, sur le développement de la betterave, le sol qui la porte et les engrais qui la nourrissent. Ici encore nous rencontrons les recherches récentes de MM. Corenwinder, Pagnoul et Thurot, dont nous nous empressons de reconnaître l'importance.

» Nous n'avons pas la prétention d'avoir, dans une première année d'études, parcouru à beaucoup près le programme que nous avions arrêté. Cependant nos premiers résultats, tout incomplets qu'ils sont encore, nous ont paru de nature à fixer, pendant quelques instants, l'attention de l'Académie.

» Pour éviter toutes les incertitudes que présente la culture en pleine terre et pour faire la part, dans nos recherches, de l'influence du sol et de celle des engrais que nous voulions employer, nous avons composé nos sols *d'une manière synthétique*, en faisant usage d'éléments dont la composition nous était connue, procédé de recherches que les travaux de M. Boussingault ont rendu classique.

» Nous avons installé dans le jardin d'expériences du Muséum un grand nombre de tonneaux destinés à contenir nos sols artificiels, que nous avons formés de sable pur, de calcaire et d'argile exempte de potasse. Ces différents corps ont été analysés avec soin : ce sont eux qui servent à la Manufacture des glaces de Saint-Gobain, soit à la fabrication du verre, soit à la confection des creusets.

» Ces matières ont été employées seules ou à l'état de mélange; en outre, nous avons toujours eu le soin de placer au fond de nos tonneaux une couche assez épaisse de graviers siliceux permettant l'écoulement des eaux. Ces graviers étaient même disséminés souvent dans nos sols artificiels pour leur donner plus de perméabilité.

» D'autres tonneaux ont été remplis d'une terre arable, d'excellente qua-

lité, que nous avons fait venir du département de l'Aisne; enfin des expériences comparatives s'exécutaient en pleine terre, soit dans les carrés du Muséum, soit dans les terres de Grignon.

» Dans les cultures limitées faites en tonneaux, nous avons toujours eu le soin de soumettre les sols à un arrosage abondant et régulier, et, pour éviter que l'eau ne séjournât au fond des tonneaux, nous avons percé ceux-ci latéralement d'un grand nombre de trous.

» Les engrais que nous avons essayés tantôt seuls, tantôt à l'état de mélange, sont le sulfate d'ammoniaque, l'azotate de potasse, l'azotate de soude, le chlorure de potassium, le chlorure de sodium, le superphosphate de chaux, le guano, la corne rapée et le fumier. Dans quelques expériences, les engrais ont été ajoutés immédiatement au sol; mais, dans d'autres, on les a introduits peu à peu en suivant les progrès de la végétation.

» On voit, par cet exposé, que les observations que nous présentons cette année sont presque indépendantes des questions qui se rapportent à la sélection des graines.

» Les graines que nous avons employées pour nos cultures du Muséum nous ont été données par un agriculteur distingué du département de l'Aisne, qui est en même temps fabricant de sucre de betterave : ces mêmes graines cultivées en Picardie ont produit des betteraves contenant de 11 à 13 pour 100 de sucre.

» Dans les tonneaux qui contenaient des sols artificiels et des engrais chimiques solubles, la levée fut très-irrégulière; des expériences exécutées dans des pots plus petits nous firent voir qu'en effet des dissolutions de sulfate d'ammoniaque ou de sel de potasse, contenant 2 grammes de sel par litre, empêchaient la levée de graines de betterave semées dans des sols artificiels dépourvus d'humus. Il n'en fut pas de même dans une bonne terre arable.

» Partout où des manques se produisirent, des betteraves provenant de pépinières en pleine terre furent repiquées dans des sols artificiels, puis éclaircies peu à peu, de telle sorte qu'il n'est resté que trois betteraves dans chaque tonneau.

» Presque toutes les betteraves furent arrosées avec de l'eau de la Ville; quelques-unes cependant reçurent de l'eau distillée pendant toute la durée de la végétation, lorsque nous voulions nous mettre à l'abri de l'influence des sels qui existent dans l'eau ordinaire; dans quelques essais enfin, nous avons cultivé des betteraves dans de l'eau contenant des engrais chimiques entièrement solubles.

» Le premier fait intéressant qui ressort de nos expériences, c'est qu'il

est possible d'obtenir des betteraves pesant de 700 à 800 grammes dans des sols artificiels qui ne contenaient pas d'humus. Ces sols, formés tantôt de sable pur, tantôt de calcaire pur, tantôt d'un mélange de sable, de calcaire et d'argile, n'ont reçu que des engrais chimiques.

» Il résulte de cette observation que l'*humus n'est pas indispensable au développement de la betterave*, et que, dans les conditions de nos expériences, le sol paraît agir *comme un simple support*.

» Ces faits s'accordent avec ceux qui ont été constatés souvent par M. G. Ville; nous ajouterons même qu'en employant à poids égaux, dans nos sols artificiels et dans une bonne terre de Picardie, les engrais chimiques convenablement choisis, il nous est arrivé quelquefois d'obtenir de plus grosses betteraves dans les sols artificiels que dans une terre riche en humus. Il est bien entendu que nous ne parlons ici que des expériences faites dans nos tonneaux et sur des betteraves soumises à un arrosage abondant et régulier; nous sommes bien loin de vouloir étendre ces résultats au delà de nos essais, et de chercher à diminuer le rôle capital que jouent dans la terre arable les matières ulmiques, les composés azotocarbonés si bien étudiés par M. Thenard, et dont les propriétés hygrométriques sont si précieuses pour maintenir les sols non irrigués dans un état d'humidité convenable.

» L'influence des engrais chimiques sur le développement et le poids des betteraves ressort nettement des observations suivantes.

» Un de nos tonneaux, contenant un sol stérile, n'avait reçu aucun engrais et était arrosé à l'eau distillée. Les betteraves s'y sont développées d'une manière bien incomplète : au moment de la récolte, elles ne pesaient que 25 grammes; celles qui sont venues dans les mêmes conditions, mais qui ont été arrosées avec de l'eau ordinaire, pesaient 35 grammes; le même sol, contenant du superphosphate de chaux et du sel marin, a produit des betteraves dont le poids s'est élevé à 49 grammes; la substitution du chlorure de potassium au sel marin a porté le poids des betteraves à 78 grammes. Ici l'influence de la potasse sur le développement de la betterave paraît sensible : nous avons confirmé ce fait intéressant en cultivant des betteraves dans un sol stérile ne contenant comme engrais que du superphosphate de chaux et arrosé avec de l'eau distillée. Le poids des betteraves, dans ce cas, n'a pas dépassé 53 grammes.

» Ces faits démontrent d'une manière évidente que l'azote est indispensable au développement de la betterave, et qu'en l'absence d'un engrais azoté dans le sol les betteraves restent à l'état rudimentaire; mais toutes nos expériences établissent aussi que les résultats sont bien différents lors-

qu'aux engrais minéraux contenant de l'acide phosphorique, de la potasse et de la chaux, on ajoute des substances azotées.

» En cultivant des betteraves dans un sol artificiel contenant du sulfate d'ammoniaque ou de l'azotate de soude, nous avons obtenu des betteraves dont le poids s'est élevé à 346 grammes; l'addition du superphosphate de chaux et du chlorure de potassium a porté le poids des racines à 700 et 800 grammes.

» Notre but n'était pas seulement d'étudier l'influence qu'exercent les engrais sur le poids des betteraves, mais aussi d'apprécier les causes qui peuvent faire varier dans les racines la proportion du sucre. Cette question est d'une grande importance, non-seulement au point de vue des intérêts agricoles du pays, mais aussi sous le rapport de la physiologie végétale; il s'agit, en effet, de rechercher s'il est possible, en modifiant la nature de l'alimentation d'une plante, de faire varier la proportion d'un principe immédiat qu'elle sécrète.

» Nous avons donc déterminé avec le plus grand soin, dans de nombreuses analyses, les proportions de sucre contenues dans nos betteraves nourries dans un sol artificiel, de composition connue et dont la fécondité n'était déterminée que par des engrais chimiques.

» Nous pensions que le problème ainsi posé pouvait être facilement résolu; mais nous avons rencontré, dans cette partie de notre travail, une difficulté très-sérieuse : en analysant les betteraves venues dans le même tonneau et sous les mêmes influences, nous avons reconnu qu'elles présentaient souvent, dans leur richesse saccharine, des différences très-notables; il nous est arrivé, par exemple, dans un tonneau contenant du sable pur et arrosé avec une dissolution au millième d'azotate de potasse et de superphosphate de chaux, d'obtenir trois betteraves contenant 5,0 — 8,9 — 9,4 pour 100 de sucre. Dans un autre tonneau, qui avait reçu au commencement de la campagne un mélange d'azotate de soude, de superphosphate de chaux et de chlorure de potassium, les trois betteraves récoltées contenaient 12,6 — 15,9 et 18,2 pour 100 de sucre.

» Des faits de même nature se constatent du reste dans la grande culture : en analysant les betteraves que nous avions obtenues dans les carrés du Muséum, nous avons trouvé des racines renfermant de 3 à 9 pour 100 de sucre; celles de l'École de Grignon nous ont donné des nombres variant de 9,4 à 18,8 pour 100 de sucre.

» Ces différences dans la richesse saccharine des betteraves sont elles dues aux variations de la graine ou bien à l'action inégale des engrais qui

ont été absorbés d'une manière irrégulière? Nous devons avouer que sur ce point notre opinion n'est pas encore faite, et que dans nos expériences de cette année nous ne trouvons pas d'indication précise sur la nature de l'engrais qui, dans la betterave, peut augmenter la production du sucre.

» Mais si sur ce point nous devons être d'une grande circonspection, il est un fait capital que nous pouvons faire ressortir ici et qui résulte de nos recherches, c'est que dans des sols *sans humus*, c'est-à-dire sans matière organique azotée et par la seule action des engrais chimiques, nous sommes arrivés non-seulement à produire des betteraves d'un poids normal mais aussi d'une richesse saccharine allant jusqu'à 18 pour 100.

» L'importance de ce résultat, au point de vue de la culture, n'échappera à personne, et nous chercherons cette année à régulariser ce qui s'est produit l'année dernière, dans nos expériences, d'une manière accidentelle.

» Nous arrivons maintenant au point le plus saillant de notre travail : il se rapporte à l'étude des circonstances qui peuvent amoindrir, dans une betterave, la production du sucre.

» Nous avons dit que nos betteraves ont été cultivées non-seulement dans des sols artificiels, mais aussi dans les carrés du Muséum. En analysant les betteraves venues dans ce terrain, qui nous paraissait très-fertile et qui recevait depuis longtemps des quantités considérables de fumier, nous avons constaté que nos racines étaient très-pauvres en sucre. Des betteraves qui nous ont été envoyées du département du Nord et qui s'étaient développées dans un terrain comparable à celui du Muséum nous ont donné le même résultat.

» L'idée nous vint alors de rechercher s'il n'existerait pas une relation entre la quantité d'azote contenue dans le sol ou dans la betterave et la proportion de sucre que présente cette racine; et si une betterave qui se développe dans un sol fortement fumé et ayant à sa disposition une quantité exagérée d'engrais azoté, n'aurait pas une tendance à former des substances albumineuses plutôt que du sucre.

» Ainsi, dans un tonneau qui a donné trois betteraves différentes contenant 5, 8, 9 et 9,5 pour 100 de sucre, nous avons constaté que la racine qui ne renfermait que 5 pour 100 de sucre était beaucoup plus azotée que les autres : elle contenait environ deux fois plus d'azote que celle qui avait donné 9,5 pour 100 de sucre.

» Cette observation a été confirmée par l'analyse d'un grand nombre de betteraves obtenues au Muséum ou recueillies soit à l'École de Grignon, soit dans le département de l'Aisne et dans celui du Nord.

» Sans vouloir donner encore à ce principe une précision absolue, nous pouvons dire cependant qu'il résulte de nos observations que les betteraves qui contiennent moins de 10 pour 100 de sucre donnent souvent à l'analyse deux fois plus d'azote que celles qui arrivent à une richesse saccharine de 15 à 16 pour 100. Nous avons constaté, en outre, que les betteraves les moins sucrées étaient celles qui se développaient dans un sol très-azoté; la terre du Muséum qui a fourni des betteraves très-pauvres en sucre renfermait à peu près huit fois plus d'azote combiné que celle de Grignon qui a donné des betteraves d'une richesse exceptionnelle.

» Si ces premières observations se trouvent confirmées par celles que nous allons suivre cette année, on arrivera à une conclusion très-inattendue : c'est que, contrairement à l'opinion généralement admise, si les betteraves qui se développent dans certains terrains sont peu sucrées, ce n'est pas parce que ces terrains ont été appauvris par des cultures répétées, c'est, au contraire, parce que, sous l'influence d'abondantes fumures, ils sont devenus trop riches en azote.

» La pratique agricole semble du reste confirmer le principe que nous venons d'établir; car aujourd'hui les fabricants de sucre ne se contentent pas de fournir de bonnes graines aux cultivateurs, ils leur interdisent aussi l'emploi de certains engrais riches en azote. Si les substances azotées employées dans une mesure convenable sont indispensables au développement de la betterave, on peut dire aussi qu'un excès semble nuire à la production du sucre.

J'ai confirmé, les faits que nous avons observés pendant cette première campagne nous permettent de poser les conclusions suivantes :

» 1° Les betteraves peuvent arriver à un développement normal dans un sol absolument privé d'humus, à la condition d'être arrosées régulièrement et de recevoir des engrais renfermant de l'azote, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la potasse.

» 2° Si nous ne considérons que le développement de la betterave, la forme sous laquelle l'azote est employé paraît presque indifférente; l'azotate de soude, l'azotate de potasse, le sulfate d'ammoniaque, la matière organique azotée exercent tous une action manifeste.

» 3° Les betteraves cultivées dans un sol artificiel agissant comme un support et alimentées par des engrais chimiques convenablement choisis peuvent contenir jusqu'à 18 pour 100 de sucre.

» 4° La nature chimique du sol ne paraît pas exercer d'influence sensible sur le développement des betteraves; nous avons obtenu les mêmes

résultats dans des sols formés de silice pure, de calcaire ou d'un mélange de silice, de calcaire et d'argile.

» 5° Les faits que nous avons observés cette année établissent que les betteraves riches en sucre sont pauvres en matières albumineuses, tandis que les betteraves qui contiennent une forte proportion de substance azotée renferment peu de sucre. Si donc il est important, dans la culture de la betterave, de choisir avant tout une graine de bonne nature, il faut savoir aussi qu'on peut obtenir de mauvaises betteraves lorsque les bonnes graines sont semées dans un sol qui contient une proportion exagérée d'engrais azotés.

» En terminant, nous sommes heureux de dire ici que, dans le cours de nos expériences, M. Decaisne a bien voulu nous aider constamment de ses bons conseils, qui ont pris le caractère d'une véritable collaboration. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur l'élément pyroxénique de la roche associée au platine de l'Oural ;* par M. **Des Cloizeaux.**

« Depuis que notre confrère M. Daubrée a publié son intéressante Communication *Sur l'association du platine natif à des roches de péridot*, je suis parvenu à isoler de l'un des galets, mis sous les yeux de l'Académie dans sa dernière séance, des grains laminaires du minéral qui en forme la partie dominante et qui a été désigné sous le nom de *diallage*.

» J'ai donc pu étudier les caractères cristallographiques et optiques de ce minéral, beaucoup mieux que cela ne m'avait été possible sur des lamelles enchâssées dans les plaques très-minces, coupées au hasard pour montrer la structure de la roche. Quelques-unes de ces lamelles s'étaient trouvées polies parallèlement à la forme h^1 du pyroxène, et elles avaient montré au microscope polarisant un système d'anneaux excentré, qui, rapporté à la bissectrice *négative*, était traversé à 45 degrés du plan de polarisation par une hyperbole bordée de bleu à l'intérieur et de rouge à l'extérieur. Ces caractères, joints à la composition résultant de l'analyse faite au bureau d'essais de l'École des Mines et à la structure lamellaire de la substance, paraissaient donc justifier son rapprochement de la diallage, si souvent associée dans la nature à la serpentine. Mais les grains cristallins, une fois isolés du galet dont il a été question plus haut, m'ont offert un clivage ou des plans de séparation très-faciles suivant la base et deux autres clivages assez nets, quoique moins faciles, suivant les faces verticales du prisme primitif du pyroxène.

» Les lamelles minces qu'on en extrait, parallèlement à la base, sont transparentes, d'un vert pâle et très-peu dichroïtes ; le système d'anneaux qu'elles montrent dans l'air, au microscope polarisant, correspond à un axe plus rapproché de la bissectrice aiguë *positive* que de la bissectrice négative, et, autour de l'hyperbole qui le traverse, on a du bleu à l'extérieur, du jaune à l'intérieur. Dans l'huile, on parvient quelquefois à apercevoir les anneaux correspondant au second axe, et l'écartement apparent des deux axes y est approximativement de 71 à 72 degrés pour les rayons rouges. Or, ces phénomènes optiques et la très-grande facilité à se séparer en lames minces suivant la base constituent précisément les caractères propres aux variétés laminaires du pyroxène connues sous les noms de *sahlite, alaite, mussite, hédenbergité*. La fusion au chalumeau ne produisant d'ailleurs qu'un grain faiblement magnétique, il semble résulter des observations précédentes que l'élément pyroxénique qui prédomine dans la roche de péridot, serpentine et fer chromé, associée au platine de Nischné-Tagilsk, est en réalité une *sahlite* ferrifère. »

M. **Boussingault** donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Analyses comparées du biscuit de gluten et de quelques aliments féculents ».

MM. **P. Thenard**, **Bouillaud**, **Chevreul** prennent la parole à l'occasion de cette Communication.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *P. Gervais*, élu Membre de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Joly obtient.	28	suffrages.
M. Marion.	8	»
M. Favre.	4	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Joly**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1875. (Étudier l'élasticité des corps cristallisés au double point de vue expérimental et théorique.)

MM. Puiseux, Bertrand, Bonnet, Hermite, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Jamin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Poncelet pour l'année 1875.

MM. Chasles, Puiseux, Rolland, Hermite, Phillips réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Bertrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le prix de Mécanique de la fondation Montyon (année 1875).

MM. Phillips, général Morin, Rolland, Tresca et Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Yvon Villarceau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Plumey pour l'année 1875.

MM. Dupuy de Lôme, amiral Pâris, amiral Jurien de la Gravière, Rolland et Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. le général Morin et Resal.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) pour l'année 1875.

MM. Faye, Le Verrier, Lœwy, Liouville et Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Yvon Villarceau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Fourneyron pour l'année 1875.

MM. Rolland, Resal, Phillips, Morin et Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Dupuy de Lôme.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la dissolution de l'hydrogène dans les métaux, et la décomposition de l'eau par le fer.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Regnault, H. Sainte-Claire Deville.)

« Dans des recherches antérieures sur les alliages métalliques formés par l'hydrogène (1), nous avons indiqué les caractères qui permettent de distinguer ces combinaisons définies des dissolutions d'hydrogène dans les métaux. Nous avons vu qu'à côté du potassium, du sodium et du palladium qui peuvent se combiner à l'hydrogène, il est d'autres métaux qui dissolvent simplement ce gaz. Le nombre de ceux qui jouissent de cette dernière propriété paraît être considérable.

» Nous allons voir le fer, le nickel, le cobalt et le manganèse, que l'ensemble de leurs propriétés chimiques réunit en un groupe naturel, présenter de grandes analogies dans la manière dont ils se comportent en présence de l'hydrogène aux diverses températures. La facilité avec laquelle ils absorbent ou abandonnent le gaz hydrogène dépendant beaucoup de leur état physique, il est nécessaire, pour se rendre compte des différences observées, d'étudier ces métaux successivement en lingots, en lames de peu d'épaisseur et à l'état pulvérulent.

» I. *Nickel.* — Un lingot de nickel pur, fondu dans la chaux, a été soumis, pendant vingt-quatre heures, à la température du rouge, à l'action d'un courant de gaz hydrogène, et refroidi ensuite lentement dans ce gaz. Le volume de l'hydrogène qu'on a pu en extraire dans le vide, au rouge, a été $\frac{1}{6}$ du volume du métal.

» Des lames de nickel, obtenues en décomposant par la pile le sulfate double de nickel et d'ammoniaque, ont été chauffées dans le vide à 200 degrés; elles abandonnaient 40 fois leur volume d'hydrogène (2).

» Ces lames chauffées ensuite dans un courant d'hydrogène jusque vers

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 686 et 807.

(2) Le gaz analysé ne nous a pas fourni de quantités sensibles d'azote. Des lames préparées de la même manière, puis lavées et dissoutes dans l'acide chlorhydrique, ont fourni des traces d'ammoniaque.

200 degrés et refroidies lentement dans ce gaz ont absorbé 16 fois leur volume d'hydrogène, qu'elles ont abandonné dans le vide à 200 degrés.

» Ces mêmes lames placées pendant vingt-quatre heures au pôle négatif d'un voltamètre ont absorbé environ 10 fois leur volume d'hydrogène (1).

» Le nickel pulvérulent a été obtenu en réduisant par l'hydrogène à 300 degrés de l'oxyde de nickel ou un mélange d'oxyde de nickel et d'alumine. Le nickel ainsi préparé est pyrophorique, comme l'a montré Magnus (2). Dans le vide, il abandonne déjà à la température ordinaire une certaine quantité d'hydrogène; mais, pour chasser complétement ce gaz, il faut chauffer jusqu'au rouge sombre : le volume total du gaz abandonné est environ 100 fois le volume du métal.

» Soumis à l'action d'un courant de gaz hydrogène au rouge sombre, il réabsorbe un volume d'hydrogène sensiblement égal à celui qu'il avait abandonné.

» Le métal est encore pyrophorique après l'expulsion de l'hydrogène.

» II. *Cobalt.* — Un lingot de cobalt pur, fondu dans la chaux, a été soumis pendant vingt-quatre heures à la température du rouge, dans un courant de gaz hydrogène, et refroidi ensuite lentement dans ce gaz. Le volume de l'hydrogène qu'on a pu en extraire dans le vide, au rouge, a été seulement $\frac{1}{10}$ de celui du métal.

» Des lames de cobalt obtenues en décomposant par la pile le sulfate double de cobalt et d'ammoniaque ont été chauffées dans le vide à 200 degrés; elles abandonnaient 35 fois leur volume d'hydrogène (3).

» Ces lames chauffées ensuite dans un courant d'hydrogène jusque vers 200 degrés, et refroidies lentement dans ce gaz, ont absorbé 24 fois leur volume d'hydrogène, qu'elles ont abandonné dans le vide à 200 degrés.

» Ces mêmes lames placées pendant vingt-quatre heures au pôle négatif d'un voltamètre ont absorbé 7 fois leur volume d'hydrogène.

---

(1) M. Raoult a constaté (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 826) que le nickel poreux impur, que l'on trouve en pains cubiques dans le commerce, placé à l'électrode négative d'un voltamètre, absorbe 165 volumes d'hydrogène, qu'il abandonne peu à peu la température ordinaire. Ces mêmes cubes recouverts galvaniquement d'une couche de nickel pur ne lui ont pas paru dégager une quantité de gaz appréciable.

(2) Magnus, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXX, p. 103.

(3) Le gaz analysé n'a pas fourni de quantité sensible d'azote. Des lames préparées de la même manière, puis lavées et dissoutes dans l'acide chlorhydrique, ont fourni des traces d'ammoniaque comme le nickel.

» Le cobalt pyrophorique perd son hydrogène dans le vide encore plus facilement que le nickel. Au lieu de faire le vide, on peut chasser le gaz condensé en mettant le métal dans un petit ballon muni d'un tube à dégagement et rempli d'eau privée d'air. On chauffe à 100 degrés : tout le gaz se dégage en quelques heures. Le volume du gaz ainsi recueilli est environ 100 fois le volume du métal. Le cobalt est d'ailleurs encore pyrophorique après l'expulsion complète de l'hydrogène.

» Soumis à l'action d'un courant d'hydrogène, au rouge sombre, il réabsorbe un volume d'hydrogène égal à celui qu'il avait abandonné.

» III. *Fer.* — Nous avons précédemment établi (1) que 1 kilogramme de fer doux en lingot peut dissoudre vers 800 degrés et abandonner ensuite dans le vide, à la même température, 20 centimètres cubes d'hydrogène, soit $\frac{1}{6}$ de son volume. Dans les mêmes conditions, 1 kilogramme de fonte grise au bois dissout 88 centimètres cubes de gaz hydrogène, soit plus de la moitié de son volume (2).

» On sait que le fer obtenu en décomposant par la pile le chlorure de fer en présence du sel ammoniac dégage, lorsqu'on le plonge dans l'eau chaude, de l'hydrogène en même temps qu'une petite quantité d'ammoniaque, ainsi que l'ont constaté MM. Meidinger (3) et Krœmer (4). Dans ces derniers temps, M. Cailletet (5) a pu obtenir de cette façon un volume d'hydrogène égal à 260 fois celui du métal.

» Le fer pyrophorique obtenu en réduisant à basse température soit le sesquioxyde de fer seul, soit un mélange d'oxyde de fer et d'alumine (précipités de leurs chlorures par l'ammoniaque), abandonne comme le nickel et le cobalt pyrophoriques, tout son hydrogène dans le vide, et, comme ces métaux, il conserve la propriété de s'enflammer à froid dans l'air.

» Quant au volume d'hydrogène que peut fixer le fer pyrophorique, sa détermination présente des difficultés spéciales. Le métal perd à froid dans le vide une partie du gaz qu'il avait absorbé. L'emploi de l'eau bouillie, qui nous avait réussi pour obtenir l'hydrogène dissous dans le nickel ou le cobalt pyrophorique, a donné avec le fer des résultats complé-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 562.

(2) Nous avons constaté depuis qu'un fil d'archal, durcissant légèrement par la trempe, dissout au rouge à peu près $\frac{1}{4}$ de son volume d'hydrogène; le même fil après cémentation a pu dissoudre $\frac{1}{3}$ de son volume de ce gaz. La solubilité du gaz hydrogène dans l'acier augmente donc avec la teneur de ce dernier en carbone.

(3) *Dingl. Polytech. Journ.*, t. CLXIII, p. 283.

(4) *Arch. Pharm.*, 2e série, t. CV, p. 284.

(5) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 319.

tement différents. En effet, le fer pyrophorique provenant de la réduction d'un mélange d'oxyde de fer et d'alumine mis avec de l'eau privée d'air dans un petit ballon muni d'un tube à dégagement nous a donné, lorsqu'on a chauffé, un dégagement continu d'hydrogène : 1 gramme de fer pyrophorique dégageait ainsi 10 centimètres cubes de gaz par heure, et le dégagement a continué jusqu'à ce que le fer ait été à peu près complétement oxydé. L'eau était donc décomposée vers 99 degrés par le fer très-divisé.

» Le fer pyrophorique provenant de la réduction à basse température de l'hydrate de sesquioxyde de fer seul décompose l'eau avec une rapidité presque égale à celle du métal mélangé à l'alumine.

» Quant au fer pulvérulent moins divisé que l'on obtient en réduisant par l'hydrogène le sesquioxyde de fer qui résulte de la calcination de l'azotate de fer, il décompose aussi l'eau vers 99 degrés; mais la décomposition se fait beaucoup plus lentement. Le fer réduit du commerce et le fer spongieux obtenu par la pile se conduisent comme ce dernier (1).

» Ne pouvant déterminer par immersion dans l'eau bouillante le volume du gaz condensé dans le fer pyrophorique, nous avons essayé de le déterminer en maintenant le fer dans l'eau froide; mais ici encore nous avons eu à constater la décomposition, quoique plus lente, de l'eau. (1 gramme de fer pyrophorique, maintenu dans l'eau privée d'air et à 15 degrés, a dégagé régulièrement de l'hydrogène pendant deux mois.)

» En résumé, le fer, le nickel et le cobalt absorbent directement le gaz hydrogène, sans qu'on puisse affirmer qu'il y ait combinaison : c'est ce que nous avions déjà constaté pour le lithium et le thallium.

» Le fer, le nickel et le cobalt pyrophoriques condensent une plus grande quantité de gaz que les métaux compactes; mais ce gaz se dégage complétement avant le rouge, et les métaux dépouillés d'hydrogène continuent à être pyrophoriques : cette propriété ne tient donc pas à la présence de l'hydrogène condensé.

» Enfin le fer très-divisé présente une propriété qui ne se retrouve ni dans le nickel, ni dans le cobalt; il décompose l'eau lentement à la température ordinaire, et rapidement aux environs de 100 degrés. Ce métal se rapproche ainsi du manganèse dont nous ferons connaître prochainement quelques propriétés nouvelles. »

---

(1) La vapeur d'eau sous des tensions comprises entre 5 et 25 millimètres est, de même, décomposée par le fer à la température de 100 degrés, ainsi que cela résulte d'expériences de M. H. Sainte-Claire Deville.

CHIMIE. — *Équilibre chimique entre les gaz : iode et hydrogène.* Note de M. **G. Lemoine**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, H. Sainte-Claire Deville, Fremy, Berthelot.)

« L'étude de la dissociation, si approfondie depuis les travaux de M. H. Sainte-Claire Deville, offre encore une véritable lacune. Presque toutes les déterminations ont été faites sur les systèmes non homogènes : dans les expériences classiques de M. Debray, le carbonate de chaux solide se décompose en chaux et en acide carbonique gazeux. On ne connaît point encore les lois de la dissociation des systèmes homogènes où un composé gazeux se dédouble en deux éléments gazeux sous l'influence seule de la chaleur (1). L'équilibre tend alors à s'établir entre les deux actions inverses de la chaleur et de l'affinité, dont l'une détruit et l'autre reforme le composé. Comment la température et la pression influent-elles toutes deux soit sur la limite, soit sur la vitesse de la réaction ?

» J'ai choisi un sujet aussi simple que la théorie pût le concevoir, la décomposition de l'acide iodhydrique. M. Hautefeuille a montré, par des indications numériques importantes, qu'il y a là une véritable dissociation (*Comptes rendus*, 18 mars 1867). J'ai repris cette question, et j'en ai fait une étude méthodique, analogue à celle que j'ai publiée sur le phosphore.

» *Expériences.* — Pour préciser l'influence de la température et de la pression, de nombreuses séries de déterminations étaient nécessaires. Les températures ont été celles de 440, 350 et 265 degrés, obtenues par le soufre ou le mercure bouillant et par de grands bains d'huile convenablement réglés. Pour chaque température, on partait soit de l'acide iodhydrique, soit de l'iode ou de l'hydrogène à équivalents égaux. Les pressions, dans ce dernier cas, variaient méthodiquement entre $5^{atm},1$ et $0^{atm},2$. La

(1) M. Bunsen et M. Berthelot ont trouvé que l'équilibre chimique entre certains gaz varie par sauts brusques quand on change la température et la pression (hydrogène et oxygène : acétylène) ; mais les expériences ont été faites avec l'étincelle électrique, dont l'action toute locale n'est point comparable à celle de la chaleur. Des variations continues ont été obtenues par M. Berthelot dans ses recherches sur l'éthérification ; mais, dans ce cas, l'équilibre s'établit entre la tendance de l'alcool et de l'acide à s'unir et la décomposition de l'éther par l'eau éliminée : il y a presque double décomposition. Enfin cinq expériences citées par M. Hautefeuille sembleraient indiquer que la dissociation de l'acide iodhydrique est plus complète quand la pression *augmente ;* mais l'action de la chaleur n'a certainement pas duré assez longtemps.

durée des expériences a été d'une heure à un mois, en chauffant jour et nuit sans interruption. Nous calculerons partout le rapport de l'hydrogène libre à l'hydrogène total introduit : si, en partant de l'acide iodhydrique, ce rapport est 0,200, c'est que les 20 pour 100 de ce gaz ont été décomposés.

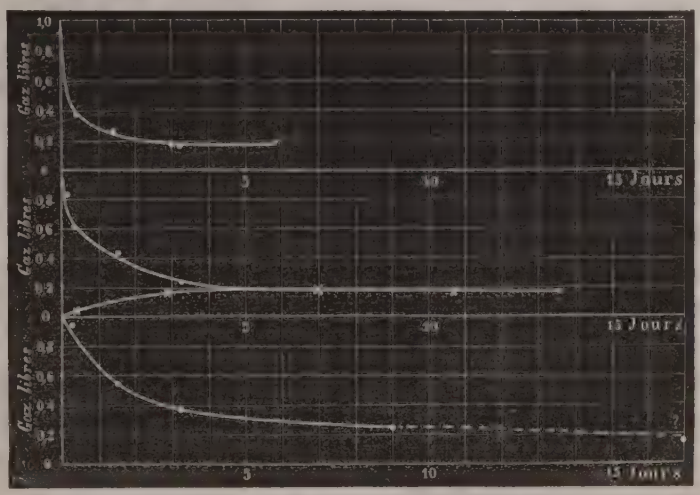
» Chaque expérience comprend trois opérations : 1° fermeture d'un ballon de verre, scellé à la lampe dans des conditions déterminées de température et de pression ; 2° chauffage à température constante et refroidissement brusque pour saisir l'état chimique actuel du gaz ; 3° ouverture du ballon sur une dissolution saline (sel marin) : l'acide iodhydrique se dissout ; on mesure le gaz restant, on dose l'hydrogène libre avec l'eudiomètre de M. Regnault.

Proportion de gaz non combinés à la température de 350 *degrés.*

Pression = $4^{atm},5$.
Hydrogène et iode.

Pression = $2^{atm},3$.
1° Hydrogène et iode (courbe descendante) ;
2° Acide iodhydrique (courbe montante).

Pression = $1^{atm},0$.
Hydrogène et iode.



Les longueurs horizontales représentent le temps en jours. Les longueurs verticales, le rapport de l'hydrogène libre à l'hydrogène introduit (hydrogène libre persistant, si l'on part de l'iode et de l'hydrogène ; mis en liberté, si l'on part de l'acide iodhydrique).

» *Résultats.* — On voit, par la chaleur, s'effectuer progressivement et la combinaison de l'hydrogène avec la vapeur d'iode et la décomposition de l'acide iodhydrique. Les deux systèmes inverses tendent vers une seule et même limite : l'équilibre se produit donc lentement entre les deux actions contraires de la chaleur et de l'affinité ; mais, ainsi que cela a lieu dans les phénomènes d'éthérification, la vitesse de la réaction et la grandeur de la limite varient à la fois avec la température et avec la pression.

» 1° La *vitesse de la réaction* dépend par-dessus tout de la température.

Pour atteindre l'équilibre, il faut compter par heures à 440 degrés, par jours à 350 degrés, par mois à 265 degrés. Ainsi à 265 degrés, en chauffant jour et nuit pendant un mois, on décompose l'acide iodhydrique, mais seulement les 2 pour 100 de la masse et sans que la limite soit atteinte; en chimie minérale, on n'a guère mesuré de réactions aussi lentes.

» La vitesse de la réaction varie aussi beaucoup avec la pression propre au mélange de vapeur d'iode et d'hydrogène, c'est-à-dire avec le rapprochement des molécules de ces deux corps. Dans les gaz très-condensés, la combinaison a lieu plus vite : c'est ce que montrent nettement les courbes relatives à la température de 350 degrés.

» 2° La *grandeur de la limite* varie également avec la température et avec la pression, mais d'une manière très-restreinte. La décomposition augmente un peu avec la température : les 0,19 de l'acide iodhydrique se dissocient à 350 degrés; les 0,21 à 440 degrés (pression de $2^{atm},5$).

» L'influence de la pression sur la grandeur de la limite n'a été étudiée d'une manière bien suivie qu'à 440 degrés, car à cette température seulement l'équilibre est suffisamment rapide. Les différences constatées semblent, toute discussion faite, un peu supérieures aux erreurs d'expériences. Ainsi, quand la pression devient dix fois plus grande, passant de $0^{atm},5$ à $5^{atm},1$, la limite de décomposition varie de 0,23 à 0,20. Le rapprochement des molécules rend donc la décomposition un peu moins complète; mais la différence est à peine sensible, du moins dans les variations de pression accessibles à l'expérience.

» Ces divers résultats me paraissent importants pour l'interprétation logique de plusieurs phénomènes chimiques, et spécialement pour l'explication physique du rôle des corps poreux dans les réactions. Je reviendrai sur cette question, ainsi que sur d'autres expériences qui se rattachent à celles qui sont rapportées ici.

» J'ai exécuté, moi-même, toutes ces déterminations à l'École Polytechnique, dans le laboratoire de M. Fremy. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'essai des étamages contenant du plomb; procédé d'essai rapide*. Note de M. **Fordos**.

(Commissaires : MM. Balard, Peligot.)

« En continuant mes études sur les poteries d'étain, j'ai trouvé un procédé d'essai des étamages plombifères qui permet d'expérimenter directement sur les vases étamés sans les mettre hors de service, si l'on a

soin d'opérer avec précaution. Ce procédé a une certaine analogie avec le mode d'essai des matières d'or par la pierre de touche; il est aussi rapide et ne présente guère plus de difficultés dans son application. Voici en quoi il consiste.

» On dépose, avec un tube trempé dans l'acide nitrique pur, une couche légère d'acide sur une partie quelconque de l'étamage, en choisissant de préférence une place où l'étain se trouve en couche un peu plus épaisse : l'action de l'acide se produit à froid; les deux métaux, étain et plomb, sont attaqués, et il se forme de l'oxyde stannique et du nitrate de plomb. Au bout de quelques minutes, on chauffe légèrement, pour terminer la réaction et faire disparaître les dernières traces d'acide (on peut du reste chauffer immédiatement après avoir déposé l'acide), on laisse refroidir; alors, on touche la tache pulvérulente produite par l'acide avec un tube trempé dans une solution à 5 pour 100 d'iodure de potassium : l'iodure est sans action sur l'oxyde d'étain, et il donne, en réagissant sur le nitrate plombique, de l'iodure de plomb jaune, qui sert à caractériser les sels de ce métal. Ce procédé d'essai est très-sensible et accuse la présence d'une quantité minime de plomb. Aussi ne faut-il pas considérer comme étamage plombifère, ou du moins comme étamage additionné de plomb, celui qui fournit, dans cet essai, une teinte *légèrement* jaunâtre ou d'un gris jaunâtre, car ce caractère peut être obtenu avec des étamages à l'étain fin, attendu que ce dernier renferme souvent des traces de plomb.

» J'ai obtenu une coloration jaune en opérant sur une lame d'étain qui ne contenait que 1 pour 100 de plomb; la coloration jaune est plus intense lorsque l'étain renferme une plus grande quantité de plomb.

» Dans ce procédé d'essai, il est utile de prendre quelques précautions : on nettoie le vase, quand il a déjà servi, pour enlever une légère couche graisseuse qui se trouve à la surface et qui pourrait nuire dans l'essai; on ne touche que légèrement avec l'acide nitrique, en ayant soin d'expérimenter là où la couche d'étain offre une certaine épaisseur, afin que l'acide n'attaque que la surface de l'étamage et ne pénètre pas jusqu'au métal étamé, ce qui présenterait deux inconvénients, celui de mettre peut-être le vase hors de service, et celui d'introduire, dans les produits de la réaction, un sel de fer ou de cuivre, qui modifierait plus ou moins la réaction de l'iodure de potassium en mettant de l'iode en liberté.

» Lorsque le vase est étamé extérieurement, c'est sur cette partie que l'on doit faire l'essai.

» J'ai déjà appliqué ce procédé d'essai à un certain nombre de vases éta-

més, et j'ai pu constater que les étamages contiennent souvent une quantité notable de plomb, contrairement à l'ordonnance de police du 15 juin 1862, qui exige que les étamages soient faits à l'étain fin.

» Je me propose de poursuivre cette étude, qui me paraît avoir une grande importance au point de vue de la santé publique, et j'espère pouvoir adresser prochainement à l'Académie le résultat de mes observations. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note relative à l'influence des racines des végétaux vivants sur la putréfaction;* par M. **Jeannel**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot et Thenard.)

« Le projet d'assainir et d'utiliser les eaux des égouts de Paris, en les répandant sur 2000 hectares de cultures maraîchères, aux portes de Paris, a causé des appréhensions à quelques hygiénistes. On s'est demandé si la presqu'île de Gennevilliers, recevant chaque jour l'énorme apport de 240 000 mètres cubes d'eaux putrides, ne deviendrait pas un dangereux foyer d'infection et ne menacerait pas la santé des populations, à Gennevilliers même, à Argenteuil, à Colombes, à Clichy, à Courbevoie, etc., et même jusqu'à Paris, dont les quartiers nord-ouest sont à 2 kilomètres seulement des terrains irrigués.

» Cette grave question paraît résolue par la pratique. Les habitants des villages les plus rapprochés, les cultivateurs qui vivent sur le sol fertilisé par les eaux d'égouts ne sont sujets à aucune des maladies qu'on serait porté à redouter (fièvres paludéennes, affections typhiques).

» Cette immunité résulte de ce que les végétaux sont de puissants agents d'assainissement. Sans doute; mais comment agissent-ils? Le fait de l'assainissement des terrains marécageux, des cimetières, etc., par les végétaux est incontestable, mais il est purement empirique : la démonstration scientifique n'en a pas été fournie jusqu'à présent.

» M'étant proposé de reconnaître l'influence des racines des végétaux vivants sur les liquides putréfiés et infects, j'ai institué des expériences qui m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les racines des plantes en végétation ont pour effet d'arrêter la putréfaction des matières organiques tenues en suspension ou en dissolution dans l'eau.

» 2° Les racines des végétaux vivants fonctionnent comme sources d'oxygène, puisque, sous leur influence, les bactéries et les monades, fer-

ments anaérobies de la putréfaction, disparaissent et sont remplacés par les infusoires aérobies qui vivent dans les eaux relativement salubres.

» 3° L'expérience directe confirme donc l'opinion vulgaire, qui attribue aux végétaux la propriété d'assainir le sol imprégné de matières animales en putréfaction. »

GÉOLOGIE. — *Sur les puits naturels du calcaire grossier;* par M. STAN. MEUNIER.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Les géologues étudient depuis de longues années les accidents désignés sous le nom de *puits naturels*, et un grand nombre d'hypothèses ont été imaginées pour en expliquer l'origine. Nous citerons spécialement un Mémoire de M. Le Blanc, publié en 1842 dans le *Bulletin de la Société géologique*, parce qu'il traite des puits du calcaire grossier des portes mêmes de Paris, puits sur lesquels notre attention s'est particulièrement portée. Nous les avons étudiés surtout dans les carrières ouvertes sur le petit coteau qui porte le fort d'Ivry, et nous en avons observé d'autres ailleurs, par exemple entre Valmondois et l'Isle-Adam. Ce sont toujours des cavités cylindriques très-profondes, dont il arrive souvent de ne pas trouver le fond, et dont l'intérieur est rempli de graviers mélangés de sable et d'argile rouge. On remarque toujours que la paroi calcaire est profondément corrodée et comme pourrie; d'un autre côté, les puits sont comme doublés d'une enveloppe d'argile fine, de couleur rouge très-foncée, qui constitue une espèce de *salbande*. Comme conclusion des études dont les puits naturels ont été l'objet, dans le Mémoire cité plus haut, l'auteur émet l'avis que ce sont des canaux d'éjection qui ont émis successivement les éléments des terrains parisiens, et qui plus tard sont devenus absorbants comme ils le sont aujourd'hui. Cette opinion est également celle de M. Melleville et de plusieurs autres géologues. Cependant, telle n'est pas la manière de voir de tous les savants qui ont étudié les accidents qui nous occupent. D'Archiac, de Senarmont et beaucoup d'observateurs anglais admettent au contraire que les puits ont été creusés par les eaux ruisselant à la surface.

» Nous avons pensé que l'observation pure et simple n'est pas suffisante pour résoudre un problème de cette nature, et que la forme même des cavités, tout irrégulière qu'elle soit, doit dépendre en partie du sens suivant

lequel a eu lieu l'attaque de la roche calcaire. Dans des expériences variées, des blocs de calcaire furent soumis à l'action de l'eau acidulée à divers degrés et arrivant sous des pressions inégales, tantôt par-dessus et tantôt par-dessous. Des puits furent toujours creusés ainsi, mais de formes essentiellement différentes, selon les cas, et se rapportant à deux types principaux, tellement nets, qu'on reconnaît à la première vue s'ils ont été forés par un jet ascendant ou par un jet descendant. Dans le premier cas, on obtient une cavité conoïde, dont la pointe est dirigée en haut, et qui conserve cette forme lors même que la perforation des blocs a été complète. Avec un jet descendant, au contraire, la cavité est grossièrement cylindrique et présente, dans ses irrégularités, les analogies les plus intimes avec les cavités naturelles.

» En présence de ce résultat, il ne paraît pas possible d'hésiter plus longtemps, et de penser encore que les puits aient été creusés par des eaux geysériennes.

» Pour ce qui est du remplissage, il y a néanmoins lieu de distinguer entre les différents éléments qui y contribuent. Les graviers, le sable et l'argile rouge paraissent avoir trois origines tout à fait différentes.

» 1° Les *graviers* proviennent du diluvium, ainsi qu'on l'a dit déjà, et la disposition de leurs lits montre, dans quelques cas, comment le forage des puits a été progressif et lent.

» 2° En ce qui concerne le *sable*, on reconnaît qu'il représente nettement, dans une foule de points, le résidu même de la dissolution du calcaire. Dans les expériences citées plus haut, nos puits forés en dessus étaient toujours remplis, à la partie inférieure, d'un sable quartzeux très-pur, identique (à la matière colorante près, simplement mélangée) au sable des puits naturels d'Ivry : c'est ce que l'examen microscopique a confirmé. A cet égard, on peut remarquer, en passant, qu'une bonne partie au moins des sables moyens doit résulter de la dénudation du calcaire grossier, à laquelle certains fossiles eux-mêmes ont pu résister, comme on l'observe souvent dans les couches inférieures des sables dits *de Beauchamp*, par exemple à Auvers (Seine-et-Oise). Si nous insistons sur ce point accessoire de nos études, c'est qu'il nous paraît de nature à rendre compte de certains faits inexpliqués jusqu'ici, et, pour n'en citer qu'un exemple, de l'origine des sables quartzeux de Rilly-la-Montagne. M. Hébert, cherchant à l'expliquer, disait en 1853 :

« Si l'on me demandait, à défaut d'une opinion positive, une hypothèse de nature à expliquer ce dépôt si singulier, je dirais que la silice de la craie de Meudon et du calcaire piso-

lithique me paraît tout aussi difficile à bien comprendre. Ce qui est certain, c'est qu'il arrivait de la silice dans la mer crayeuse, qu'il en arrivait dans celle de la craie supérieure dont notre calcaire pisolithique est un produit. Pourquoi, lors de l'émersion de ce dernier et des dépressions que cette émersion a laissées à la surface du sol, les eaux qui sont restées dans ces dépressions, ou qui s'y sont réunies d'une façon quelconque, ne se seraient-elles point chargées de silice, résidu peut-être de cette silice crayeuse dont le dépôt aurait affecté la forme que nous voyons dans les sables de Rilly? Ce sable n'est pas cristallisé, soit; mais nous ignorons dans quelles conditions il s'est déposé : ces conditions pouvaient s'opposer à l'état cristallin. »

» Nous sommes arrivés, au contraire, à voir dans ces sables un simple produit de dénudation. Voici comment M. Hébert admet que le dépôt des sables de Rilly, dont l'épaisseur n'est guère supérieure à 7 mètres, a été accompagné d'une dénudation de 100 mètres des roches plus anciennes, c'est-à-dire surtout de celles qui font partie du terrain de calcaire pisolithique. Or, ayant examiné de très-près la constitution minéralogique des marnes à poissons du mont Aimé, nous y avons reconnu, en abondance, l'existence de petits grains quartzeux, rigoureusement identiques à ceux qui constituent le sable de Rilly. En dissolvant ces grains dans un acide, ou simplement en les soumettant à la lévigation, on isole un sable qu'il est impossible de distinguer du produit naturel.

» 3° Enfin, pour l'argile rouge, la question d'origine paraît plus difficile. Remarquons cependant que cette argile est identique à elle-même dans tous les puits observés autour de Paris; qu'elle est de plus en plus pure, à mesure qu'on l'étudie dans des régions plus profondes, de façon que certaines ramifications étroites des puits la contiennent à un état qui rappelle les lithomarges des filons ; enfin qu'elle paraît fournir à l'analyse les mêmes résultats que l'argile rouge nettement geysérienne qui accompagne la phosphorite, par exemple : Penduré (Lot-et-Garonne), et réservons la question de son origine pour une étude spéciale. »

PHYSIQUE. — *Note sur les rapports existant entre la nature des aciers et leur force coercitive;* par MM. **Trève** et **Durassier**.

(Commissaires : MM. Boussingault, H. Sainte-Claire Deville, Fremy, Jamin.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau travail sur le magnétisme, que j'ai pu mener à bonne fin, grâce à la collaboration des usines du Creusot. M. H. Schneider, directeur de ces usines, ayant bien voulu s'associer à l'œuvre que j'avais en vue, je me mis en rapport avec

M. L. Durassier, ingénieur-chef des travaux chimiques. Au bout de quelques mois, M. Durassier m'a fait parvenir cinq catégories d'aciers, à teneur en carbone rigoureusement dosée par la méthode si élégante de M. Boussingault.

» Déterminer d'une manière précise la quantité de magnétisme que peut emmagasiner tel ou tel de ces aciers, plus ou moins riche en carbone; déterminer, en même temps, l'influence de trempes diverses sur ces mêmes aciers : tel est le double but que je m'étais proposé d'atteindre.

» Pour cela, M. Durassier voulut bien me préparer quinze barreaux d'acier, répartis en cinq séries diversement carburées de trois barreaux, dont chacun devait recevoir une trempe particulière.

» Nous convînmes de tremper : à l'eau froide, à 10 degrés; à l'eau bouillante, à 100 degrés; à l'huile, à 10 degrés, après avoir porté les barreaux à une température sensiblement uniforme, variant de 767 à 800 degrés, mesurée au moyen du pyromètre électrique de M. C.-W. Siemens.

» Voici le Tableau de répartition de ces quinze aciers.

ÉQUIVALENTS par rapport à l'hydrogène.	DÉSIGNATIONS.	ACIERS portés à 767 degrés et trempés à l'eau à 10 degrés.	ACIERS portés à 800 degrés et trempés à l'eau bouillante à 100 degrés.	ACIERS portés à 776 degrés et trempés à l'huile à 10 degrés.
158	Aciers à 0,950 p. 100 de carbone.	A_1 47	A_2 44	A_3 43
92	Aciers à 0,550 p. 100.	B_1 45	B_2 30	B_3 37
83	Aciers à 0,500 p. 100.	C_1 42,5	C_2 30	C_3 37
75	Aciers à 0,450 p. 100.	D_1 33,5	D_2 22	D_3 29
42	Aciers à 0,250 p. 100.	E_1 13	E_2 10	E_3 12

» Dès que je fus en possession de ces barreaux, je les aimantai à saturation, et, avec le concours de notre constructeur de boussoles, M. Dumoulin-Froment, je déterminai leur force magnétique par la méthode des

déviations en usage dans ses ateliers. Les chiffres placés en dessous des lettres majuscules du tableau indiquent le maximum de déviation obtenu ainsi.

» Le barreau A_1, dosé à 0,950 pour 100 de carbone et trempé à l'eau froide, a donné un maximum de déviation représenté par 47. Le barreau A_2, contenant la même teneur en carbone, mais trempé à l'eau bouillante, a donné 44. Le barreau A_3, contenant encore 0,950 de carbone, comme les deux premiers, mais trempé à l'huile à 10 degrés, a donné 43. Voilà un cas de l'influence de la trempe.

» Passons maintenant à l'influence de la teneur en carbone, et prenons deux barreaux A_1 et E_1, trempés tous deux à l'eau froide à 10 degrés. Le barreau A_1, dosé à 0,950 pour 100, donne 47. Le barreau E_1, dosé à 0,250 pour 100 seulement, ne donne que 13.

» On peut parcourir ainsi l'échelle des teneurs en carbone; et, pour marquer d'une façon plus nette les résultats obtenus, j'ai dressé, sur le conseil de M. Dumas, trois courbes correspondant aux trois trempes employées. J'ai l'honneur de les soumettre à l'Académie. L'influence de la trempe y est manifeste.

» Au haut de l'échelle en carbone, le genre de trempe ne paraît pas avoir une action très-marquée. Les équivalents magnétiques 47, 44, 43 diffèrent, en effet, bien peu l'un de l'autre. Si l'on descend l'échelle, cette action se manifeste plus vivement.

» Quant à l'influence de la teneur en carbone, elle ressort d'une façon assez nette, c'est-à-dire qu'au maximum de carbone correspond le maximum magnétique. Mais on remarque aussi un point de rebroussement commun aux trois courbes, et commençant à l'équivalent en carbone 83, lequel répond à 0,500 pour 100, ce qui indique que la force coercitive gagne fort peu dans des aciers portés au-dessus de 0,500 à 0,550 pour 100 de carbone.

» Ainsi pour 0,550 pour 100 de carbone, on a 45, 30, 37. La trempe à l'eau froide reprend ses avantages et les conserve jusqu'au bas de l'échelle, c'est-à-dire 0,250 pour 100, point auquel ils s'évanouissent.

» Si donc les aiguilles de boussoles (aux proportions forcément si restreintes) doivent être fabriquées de façon à renfermer la plus grande dose possible de carbone, évaluée à 1,150 pour 100, proportion des aciers à outils, il n'en est pas de même pour les aimants destinés aux machines magnéto-électriques, auxquels une teneur de carbone de 0,500 pour 100 semble suffire.

» La similitude que l'on constate entre les courbes magnétiques et les courbes d'élasticité de tous ces aciers diversement carburés prouve que, si le carbone donne de l'élasticité aux aciers, il leur donne aussi la capacité magnétique. »

M. **Decharme** adresse une Note relative à un nouveau moyen de produire des vibrations sonores et des interférences sur le mercure.

Le procédé indiqué par l'auteur consiste dans l'emploi d'un courant d'air, dans un tube étroit dont l'extrémité vient affleurer à la surface du mercure. Les conditions de l'expérience étant convenablement réglées, on obtient des sons musicaux, et, à la surface du liquide, des ondes au moyen desquelles on peut produire des interférences, des concamérations fixes et symétriques, etc.

(Commissaires : MM. Fizeau, Desains.)

M. **F. Garrigou** adresse les résultats de nouvelles recherches sur les eaux minérales des Pyrénées.

(Commissaires : MM. Peligot, Bussy, P. Thenard.)

M. **Peaucellier** adresse, pour le Concours du prix Poncelet, un Mémoire sur l'application des systèmes articulés dits « à liaison complète » aux arts et aux sciences d'observation.

(Renvoi à la Commission.)

M. **J.-J. Cazenave** adresse une « Histoire abrégée des sondes et des bougies urétro-vésicales employées jusqu'à ce jour ».

(Commissaires : MM. Larrey, Gosselin.)

M. **de Molon**, à propos d'une Communication récente de M. *Menier*, rappelle les observations qu'il avait publiées lui-même, sur la nécessité de la division des nodules de phosphate de chaux, pour rendre leur emploi efficace en Agriculture.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **J. Tardres** adresse une Note relative à la réflexion de la lumière.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. **Maillard** adresse une nouvelle Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

MM. **B. Dugas**, **A. Mornard**, **Barthélemy**, **A. Bouteille**, **Dupoux** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *F.-X. Dirr*, intitulée « Guide pratique pour constater les falsifications du lait » ;

2° Une brochure de MM. *P. Truchot* et *G.-E. Fredet* sur « la lithine dans les eaux minérales de Royat ».

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie une Lettre du consul de France au Cap de Bonne-Espérance, l'informant de l'arrivée à Table-Bay des Membres de la Commission chargée par le gouvernement des États-Unis d'observer, aux îles Kerguelen, le passage de Vénus sur le Soleil. Ces observations ont généralement réussi, ainsi que celles de la mission anglaise qui se trouvait également aux îles Kerguelen.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Rapport de M. *Belgrand*, contenant le résumé des observations faites pour le service hydrométrique du bassin de la Seine en 1873.

M. **Boileau**, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **Sivel**, **Crocé-Spinelli**, **G.** et **A. Tissandier**, **Jobert** annoncent à l'Académie le succès de l'ascension aérostatique entreprise par eux les 23 et 24 mars, sous les auspices de la Société française de navigation aérienne, et avec le concours de l'Académie. Les aéronautes ont séjourné vingt-deux heures quarante minutes dans l'atmosphère. Ils comptent communiquer prochainement à l'Académie les résultats de leurs expériences et de leurs observations.

HISTOIRE DE LA SCIENCE. — Pour compléter les informations relatives à *Salomon de Caus*, M. Dumas place sous les yeux de l'Académie la copie d'un document qui existait dans les Archives de la Ville de Paris, où il avait été découvert par M. Read.

Extrait du registre des délibérations du Bureau de la Ville de Paris, pour l'an 1621.

« Le Prevost des Marchans et Eschevins de la Ville de Paris qui ont veu les memoires et propositions presentées au Roy et a Nos Seigneurs de son conseil par *Salomon de Caulx*, Ingénieur de Sa Majesté affin de luy estre faict bail pour quarente ans du nettoyement des boues de ceste ville moyennant la somme de soixante mil livres tournoys par an qui est le pris que l'on en donne a present et vingt mil livres aussy par an de rescompense, en quoy faisant il s'oblige de faire a ses fraiz et despens une eslevation de quarante poulces d'eaue a prendre dans la riviere et la faire conduire en plusieurs endroicts de la ville. Scavoir dans trois moys au cimetiere Saint Jehan, trois moys apres dans la rue Saint Martin, trois autres moys apres dans la rue Saint Denys, et dans autres moys apres dans la rue Saint Honoré, les dictz memoires a nous renvoyez par nos dictz Seigneurs du conseil pour en donner advis à Sa Majesté.

» Remonstrent à Sa Majesté et à nos dictz Seigneurs du conseil quil est très nécessaire de donner ordre au nettoyement des boues et immondices de ceste dite ville et faulxbourgs et rechercher toutes sortes d'inventions pour la tenir plus nette que par le passé; et a ceste fin sont d'advis soulz le bon plaisir de Sa Majesté et de nos dictz Seigneurs du conseil d'entendre aux propositions du dit *de Caulx*, a la charge expresse de faire a ses frais et despens des fontaines par voyer en certains lieux de ceste dite ville par ou il fera passer les dictz quarante poulces d'eaue assavoir a la rue Saint Anthoine proche la croix Sainte Catherine dans le cimetière Saint Jehan a la croix Saint Jacques de la Boucherie, a la rue aux Hours a la rue de l'Homme armé au hault de la rue neufve Saint Medericq, une pres les Billettes, une pres Saint Jacques de l'Hospital a la place aux Chats a la rue de Bethisy au pont Alex au coing de la rue du Coq et de Saint Thomas et trois dans la couture du Temple et terres voisines commancées a bastir et une pres le Temple en Saint Martin, le tout pour la commodité du publicq. Lesquelles fontaines le dit *de Caulx* sera tenu de nettoyer bien et deuement touttes les boues et immondices qui ne pourront estre escoulées tant dans ceste ville faulxbourgs que esgouts et a ceste fin avoir par luy une grande quantité de chevaulx et tomberaulx pour enlever et transporter touttes les dites boues et immondices qui ne pourront estre escoullées par les dites eaues que doresnavant il ne puisse recepvoir les deniers destinez au payement du dit nettoyement qu'il ne rapporte des dictz Prevost des Marchands et Eschevins comme la Ville sera nette et en bon estat. En quoy faisant ils bailleront place au dit de *Caulx* proche la riviere vers l'arcenal ou ailleurs qui sera jugé le plus proche pour faire le pavillon qu'il entend faire pour l'eslevation des dictz quarente poulces d'eaue.

» Fait au Bureau de la Ville le mardy trentiesme jour de mars mil six cens vingt ung.

» *Signé :* D'AMOURS DU BUISSON. J. GOUJON. »

Salomon de Caus est mort à Paris en 1626.

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques conséquences d'un théorème général relatif à un implexe et à un système de surfaces.* Note de M. **G. Fouret**, présentée par M. Chasles.

« L'étude des implexes et des systèmes généraux de surfaces conduit à des résultats également utiles, qu'on l'envisage au point de vue de la Géométrie pure, ou au point de vue de ses applications à l'Analyse. Considérés comme mode de représentation de certaines équations aux dérivées partielles, les implexes et les systèmes de surfaces pourront, dans certains cas, fournir l'expression analytique de l'intégrale générale de ces équations. Nous sommes arrivé à intégrer de la sorte une classe assez étendue d'équations aux dérivées partielles du premier ordre dont, à notre connaissance, on n'avait pas encore obtenu l'intégrale. Nous espérons être en mesure assez prochainement de publier ce travail.

» Considérés comme êtres purement géométriques, les implexes et les systèmes de surfaces constituent en quelque sorte des types très-généraux, dont on peut faire dériver un nombre presque indéfini de types secondaires, n'ayant souvent aucun lien apparent, comme les surfaces algébriques, les réseaux de surfaces, les congruences de droites, etc. La notion des implexes établit ce lien et rattache les unes aux autres des propriétés à première vue très-différentes, en en faisant de simples corollaires d'un même théorème beaucoup plus général. Ainsi ressort une fois de plus le caractère propre des méthodes de la Géométrie moderne, qui, suivant les termes de M. Chasles (*), est de « *pénétrer jusqu'à l'origine des vérités et de* » *mettre à nu la chaîne mystérieuse qui les relie entre elles.* »

» La présente Communication a pour objet un théorème d'une grande généralité sur les implexes et les systèmes de surfaces, que nous démontrerons et dont nous tirerons ensuite un certain nombre de conséquences presque immédiates.

» Théorème I. — *Le lieu des points de contact des surfaces d'un implexe* (θ, φ) *avec les surfaces d'un système* (μ, ν, ρ) *est une surface de l'ordre* $(\mu + \nu)\theta + \mu\varphi$.

» *L'enveloppe des plans tangents communs correspondants est une surface de la classe* $(\nu + \rho)\varphi + \rho\theta$.

» Il suffit évidemment de démontrer l'une des deux parties du théorème, la seconde par exemple; car l'autre s'en déduira aussitôt en vertu du

(*) *Rapport sur les progrès de la Géométrie*, p. 80.

principe de dualité. Cherchons, à cet effet, le nombre des plans tangents à l'enveloppe qui passent par une droite quelconque D.

» Le lieu des points de contact des plans tangents menés par D aux surfaces de l'implexe (θ, φ) est une surface (S) de l'ordre $\theta + \varphi$, dont θ nappes se croisent suivant D (*). D'autre part, le lieu des points de contact des mêmes plans avec les surfaces du système (μ, ν, ρ) est une courbe C d'ordre $\nu + \rho$ qui coupe D en ν points (**). Le nombre total des points d'intersection de (S) et de C est par conséquent égal à $(\theta + \varphi)(\nu + \rho)$ (***). Or ces points sont évidemment les points de contact de deux surfaces appartenant l'une à l'implexe, l'autre au système, à l'exception de ceux qui sont situés sur D. Ces derniers, au nombre de ν, sont multiples d'ordre θ et comptent ensemble pour $\nu\theta$. Par suite l'enveloppe cherchée est une surface de classe $(\theta + \varphi)(\nu + \rho) - \nu\theta = (\nu\rho)\varphi + \rho\theta$.

» Conséquences. — Dans le cas où l'implexe se réduit à une surface du $m^{ième}$ ordre, et le système à une courbe plane ou gauche du $p^{ième}$ ordre, on a $\theta = 0$, $\varphi = m$, $\mu = 0$, $\nu = 0$, $\rho = p$, et l'on retrouve ce théorème bien connu sur lequel nous venons de nous appuyer dans la démonstration précédente, à savoir qu'*une surface du $m^{ième}$ ordre et une courbe plane ou gauche du $p^{ième}$ ordre se coupent en mp points* (****).

» On retrouverait pareillement la propriété corrélative.

» Le système (μ, ν, ρ) restant quelconque, si l'implexe se réduit à une surface du $m^{ième}$ ordre, la seconde partie du théorème I donne l'énoncé suivant :

» Théorème II. — *L'enveloppe des plans tangents aux surfaces d'un système (μ, ν, ρ), aux points où celles-ci coupent une même surface du $m^{ième}$ ordre, est une surface de la classe $m(\nu + \rho)$.*

» On obtient de même la propriété corrélative qui suit :

» Théorème III. — *Le lieu des points de contact des surfaces d'un système (μ, ν, ρ) avec les plans tangents d'une surface de $n^{ième}$ classe est une surface de degré $n(\mu + \nu)$.*

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 689.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 170. Généralisation d'un théorème donné par M. de Jonquières, t. LVIII, p. 567.

(***) Voir une démonstration géométrique de ce théorème (*Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 128).

(****) Voir une démonstration géométrique de ce théorème (*Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 258).

» Dans le cas où l'implexe se résout en une congruence de droites (θ, φ), le théorème I devient :

» THÉORÈME IV. — *Le lieu des points de contact des surfaces d'un système* (μ, ν, ρ) *avec les droites d'une congruence* (θ, φ) (*) *est une surface de l'ordre* $(\mu + \nu)\theta + \mu\varphi$.

» *L'enveloppe des plans tangents correspondants est une surface de la classe* $(\nu + \rho)\varphi + \rho\theta$.

» En particulier :

» THÉORÈME V. — *Le lieu des points de contact des surfaces d'un système* (μ, ν, ρ) *avec les droites s'appuyant sur deux courbes, planes ou gauches, de degrés p et q,* C_p *et* C_q, *est une surface de l'ordre* $(2\mu + \nu)pq$.

» On voit de plus immédiatement que *le lieu a* μ *nappes se croisant suivant chacune des courbes* C_p *et* C_q.

» Si l'implexe est formé de sphères ayant leur centre sur une courbe C_p de degré p, on a $\theta = \varphi = p$, et le théorème I donne l'énoncé suivant :

» THÉORÈME VI. — *Le lieu des pieds des normales menées par les divers points d'une courbe de degré p,* C_p, *aux surfaces d'un système* (μ, ν, ρ), *est une surface de l'ordre* $(2\mu + \nu)p$, *dont* μ *nappes se croisent suivant* C_p.

» *L'enveloppe des plans tangents correspondants est une surface de la classe* $(\nu + 2\rho)p$.

» Le système (μ, ν, ρ) peut consister en un faisceau de surfaces du $m^{ième}$ ordre ; alors $\mu = 1$, $\nu = 2(m-1)$, $\rho = 3(m-1)^2$, et l'on obtient le théorème suivant :

» THÉORÈME VII. — *Le lieu des points de contact des surfaces d'un implexe* (θ, φ) *avec les surfaces d'un faisceau du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, est une surface de l'ordre* $(2m-1)\theta + \varphi$, *dont* θ *nappes se croisent suivant la courbe fondamentale du faisceau.*

» Dans le cas où l'implexe est formé de sphères ayant leur centre sur une courbe plane ou gauche de degré p, C_p, le dernier théorème donne le suivant :

» THÉORÈME VIII. — *Le lieu des pieds des normales abaissées des divers points d'une courbe plane ou gauche de degré p,* C_p, *sur les surfaces d'un faisceau algébrique du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, est une surface de degré* $2mp$, *qui*

(*) Le théorème XXI, sur les congruences, de ma Communication du 21 septembre dernier (*Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 693) avait déjà été donné auparavant par M. Halphen (*Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 255).

contient comme ligne simple la courbe C_p, *et dont p nappes se croisent suivant la courbe fondamentale du faisceau.*

» En particulier :

» THÉORÈME IX. — *Le lieu des pieds des normales abaissées des divers points d'une droite* D *sur les surfaces d'un faisceau algébrique du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, est une surface de degré* $2m$, *qui contient la droite* D *et la courbe fondamentale du faisceau.*

» Ce théorème se démontre aisément d'une manière directe, à l'aide d'une rotation infiniment petite du faisceau autour de la droite D.

» L'intersection complète de la surface du lieu (VIII) avec chacune des surfaces du faisceau est de degré $2m^2p$. En en déduisant la courbe fondamentale du faisceau, qui est de degré m^2 et qui compte p fois dans l'intersection, il reste une courbe de degré m^2p; par suite :

» THÉORÈME X. — *Le lieu des pieds des normales abaissées des divers points d'une courbe d'ordre* p, C_p, *sur une surface algébrique du* $m^{ième}$ *ordre, est une courbe d'ordre* m^2p, *qui rencontre* C_p *aux* mp *points d'intersection de cette courbe avec la surface.*

» En remplaçant la courbe C_p par une droite, on retrouve un théorème que M. Mannheim a donné dans ces dernières années, et dont il a déduit diverses conséquences relatives aux normales et aux normalies d'une surface (*).

» Du théorème VIII on déduit encore facilement le suivant :

» THÉORÈME XI. — *Le lieu des pieds des droites normales aux surfaces d'un faisceau du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, et s'appuyant sur deux courbes* C_p *et* C_q, *d'ordres respectivement égaux à* p *et à* q, *est une courbe d'ordre* $3m^2pq$, *qui rencontre chacune des courbes* C_p *et* C_q *en* $2mpq$ *points.*

» En particulier :

» THÉORÈME XII. — *Le lieu des pieds des droites normales aux surfaces d'un faisceau du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, et s'appuyant sur deux droites fixes, est une courbe d'ordre* $3m^2$, *qui rencontre chacune des droites fixes en* $2m$ *points.*

» Nous pourrions pousser plus loin ces déductions; mais les exemples qui précèdent nous paraissent suffire pour montrer la fécondité des théorèmes du genre de celui que nous avons énoncé en commençant, et que nous avons démontré avec une si grande simplicité. »

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1025.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une méthode de calcul des perturbations absolues des comètes.* Note de M. **Hugo Gylden**, présentée par M. Hermite.

« Dans tous les cas où la solution du Problème des trois Corps peut être effectuée au moyen des développements suivant les puissances et produits des forces perturbatrices, la difficulté principale est ramenée à l'évaluation des deux quadratures consécutives, dont la première peut être mise sous la forme

$$\Upsilon = \int \frac{\Phi}{(\Delta)^n} d\varepsilon. \tag{1}$$

Dans cette formule, on a désigné par ε l'anomalie excentrique du corps troublé (la comète); par Φ une somme des fonctions trigonométriques de ε, ainsi que de l'anomalie excentrique ε' de la planète troublante, ces fonctions multipliées par certains coefficients numériques, et enfin par (Δ) la distance mutuelle des deux corps. En l'exprimant comme une fonction de ε et de ε', on peut donner à (Δ) la forme suivante :

$$\begin{aligned}(\Delta)^2 = {} & a_1 + b_1 \cos\varepsilon + c_1 \sin\varepsilon + d_1 \cos 2\varepsilon \\ & - (a_2 + b_2 \cos\varepsilon + c_2 \sin\varepsilon) \cos\varepsilon' \\ & - (a_3 + b_3 \cos\varepsilon + c_3 \sin\varepsilon) \sin\varepsilon' + a_4 \cos 2\varepsilon',\end{aligned}$$

$a_1, b_1, \ldots$ étant des coefficients invariables dépendant des éléments elliptiques. Pour effectuer l'intégration de l'équation (1), on est porté à développer la puissance $(\Delta)^{-n}$ en série; mais, le résultat obtenu de cette manière, les anomalies ε et ε' étant considérées comme argument, ne jouit pas d'une convergence suffisante, le minimum de (Δ) n'étant pas au-dessus d'une certaine limite. Au contraire, l'orbite du corps troublé étant fortement excentrique et le minimum de la distance mutuelle d'une certaine petitesse, les séries en question seraient presque tout à fait impraticables pour le calcul numérique. Pour éviter cet inconvénient, M. Hansen a inventé la méthode des partitions, communiquée dans un Mémoire couronné par l'Académie des Sciences de Paris. Nous rappellerons en peu de mots son principe. Dans les diverses portions de l'orbite de la comète, on introduit de nouvelles variables au lieu de ε, de sorte que la partie de $(\Delta)^2$ dépendant d'une telle variable soit bien moindre que l'autre partie. Désignons ces deux parties par E et D, de sorte qu'on ait

$$(\Delta)^2 = D + E;$$

on peut, en effet, par des substitutions convenables, rendre le rapport $\frac{E}{D}$

aussi petit qu'on le désire. Cependant, par suite des opérations indiquées, savoir : substitutions des nouvelles variables, dites *anomalies partielles,* dans l'expression de $d\Upsilon$, on est conduit à y introduire aussi l'angle $c' = c'_0 - \mu c_0 + \mu 2m\pi$ comme variable; l'expression dans laquelle on a désigné par c'_0 et c_0 les anomalies moyennes correspondant à l'origine du temps, par μ le rapport des moyens mouvements, et enfin par m un entier signifiant le nombre de révolutions du corps troublé écoulées dans le même temps. Au moyen d'une anomalie partielle et de la variable discontinue c', on est en état d'éliminer l'anomalie ε'.

» On est facilement convaincu que le développement de $(\Delta)^{-n}$, suivant les multiples de l'anomalie partielle, sera très-convergent à mesure qu'on fera le rapport $\frac{E}{D}$ petit; cependant la convergence suivant l'argument c' peut être d'une extrême lenteur, comme, en effet, on a eu occasion de le voir dans l'exemple calculé par M. Hansen dans le Mémoire mentionné ci-dessus. Il paraît donc d'une importance extrême de trouver des méthodes par lesquelles on puisse développer la puissance $(\Delta)^{-n}$ de manière que la convergence suivant les deux variables soit très-rapide. Voici un moyen qui s'appuie sur l'introduction d'une intégrale elliptique comme argument au lieu de c'.

» En désignant par m_0, m_1,..., n_1,... des fonctions de l'anomalie partielle, on obtient pour $(\Delta)^2$ l'expression suivante :

$$(\Delta)^2 = m_0 + m_1 \cos c' + m_2 \cos 2c' + \ldots + n_1 \sin c' + n_2 \sin 2c' + \ldots .$$

» On peut remarquer que les fonctions m_0, m_1,... sont soumises à des variations d'autant plus petites qu'on a fait le module du rapport $\frac{E}{D}$ peu sensible; en outre, les coefficients m_2 et n_2 sont du premier ordre par rapport à l'excentricité de la planète troublante, m_3 et n_3 du deuxième ordre, et ainsi de suite. L'expression précédente de $(\Delta)^2$ peut être transformée de la manière suivante. Soient x et y deux fonctions de l'anomalie partielle, déterminées de manière que les termes dépendant de l'argument $2c'$ disparaissent dans le produit $(1 + x\cos c' + y \sin c')(\Delta)^2$; on obtient, en introduisant les notations $(1 + x\cos c' + y\sin c')(\Delta)^2 = T_1 + T_2$,

$$T_1 = m'_0 + m'_1 \cos c' + n'_1 \sin c',$$

$$T_2 = m'_3 \cos 3c' + m'_4 \cos 4c' + \ldots + n'_3 \sin 3c' + n'_4 \sin 4c' + \ldots ,$$

un résultat de la forme

$$(\Delta)^{-n} = (1 + x\cos c' + y\sin c')^{\frac{n}{2}}\left[\frac{1}{T_1^{\frac{n}{2}}} - \frac{n}{2}\frac{T_2}{T_1^{\frac{n}{2}+1}} + \frac{n(n+2)}{2.4}\frac{T_2^2}{T^{\frac{n}{2}+2}} - \dots\right].$$

» Les fonctions x et y étant du premier ordre et T_2 du deuxième, tous les développements par rapport à l'argument c' convergeront rapidement à l'exception de ceux de $T_1^{-\frac{n}{2}}$, $T_2^{-\frac{n}{2}-1}$, ... Nous nous réservons d'exposer, dans une prochaine Note, le moyen par lequel on obtient des séries nouvelles jouissant d'une convergence rapide, même dans les cas les plus difficiles. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les résidus de septième puissance.* Note du **P. Pepin**, présentée par M. Hermite.

« On sait que Jacobi a fondé la théorie des résidus cubiques sur la décomposition du quadruple des nombres premiers, dont la division par 3 donne 1 pour reste, en la somme d'un carré et du triple d'un autre carré divisible par 9; de sorte que, ce quadruple étant mis sous la forme

$$4p = L^2 + 27M^2,$$

la valeur à laquelle se réduit le rapport $\frac{L}{M}$, suivant un module donné q, permet d'assigner la classe à laquelle appartient le module q parmi les résidus ou les non résidus cubiques pour le nombre premier p. Comme tous les nombres premiers dont la division par 7 donne 1 pour reste peuvent se mettre sous la forme $p = L^2 + 7M^2$, il est naturel de se demander si la connaissance de la valeur à laquelle se réduit le rapport $\frac{L}{M}$, suivant un module q, pourrait servir à déterminer la classe à laquelle appartient ce module parmi les résidus ou les non-résidus de septième puissance relativement au nombre premier p, ou encore, dans le cas où cela n'aurait pas lieu, s'il existe quelque facteur complexe du nombre p pour lequel on puisse établir des lois de réciprocité analogues à celles qui sont fondées, dans la théorie des résidus cubiques, sur la considération du facteur complexe $L \pm 3\sqrt{-3}M$. Telle est la question que je me suis proposée; je donne ici les principaux résultats de mes recherches.

» Quoique la première partie de cette question ait été résolue négativement, j'énoncerai néanmoins une règle simple pour calculer, au moyen

des Tables d'indices de Jacobi (*Canon arithmeticus*), les deux nombres L, M qui vérifient l'équation

$$p = 7\varpi + 1 = L^2 + 7M^2.$$

» Au-dessous des nombres $2, 3, 4, \ldots, p-1$, inscrivez leurs indices réduits à leurs résidus minima positifs suivant le module 7; ajoutez à chaque indice le double de celui qui le précède immédiatement, et conservez le premier, celui de 2, tel qu'il est; enfin réduisez toutes ces sommes suivant le module 7, et comptez combien de ces résidus sont égaux à zéro, à 1 ou à 3; si l'on désigne par a le nombre de ceux qui sont égaux à zéro, par b ou par c le nombre de ceux qui sont égaux à 1 ou à 3, on aura

$$2L = 2a - b - c, \quad 2M = b - c.$$

» La seconde partie de la question posée a été résolue affirmativement. La fonction $R_{1,1}$ de Cauchy donne, dans la théorie des résidus de septième puissance, des théorèmes tout semblables à ceux que nous avons énoncés, dans une Note précédente, pour les résidus de cinquième puissance.

» Soit ρ une racine primitive de l'équation $x^7 - 1 = 0$. Désignons par a_i le nombre des termes de la suite

$$2, 6, 12, \ldots, l(l+1), \ldots, (p-2)(p-1)$$

dont les indices, relativement au nombre premier p et à la base t, sont de la forme $7x + i$; on aura

$$R_{1,1} = \varphi(\rho) = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + \ldots + a_6\rho^6,$$

et cette fonction $\varphi(\rho)$ vérifiera l'équation $\varphi(\rho)\varphi(\rho^{-1}) = p$.

» Posons

$$\frac{\overline{\varphi(\rho)}^3}{\varphi(\rho^2)^2\varphi(\rho^4)} = \psi(\rho).$$

Ce rapport $\psi(\rho)$ joue ici le même rôle que le rapport $\frac{L - 3\sqrt{-3}M}{L + 3\sqrt{-3}M}$ dans la théorie des résidus cubiques.

» Considérons d'abord un autre nombre premier de même forme $q = 7q' + 1$; désignons par g une racine primitive de q prise comme base d'un système d'indices, et posons $g^{q'} \equiv \beta \pmod{q}$. Le nombre β sera une racine primitive de la congruence $x^7 - 1 \equiv 0 \pmod{q}$.

» Enfin nous disons qu'un nombre appartient à la classe (i) pour le module p et la base t lorsque son indice est de la forme $7x + i$, en remarquant que la mention de la base est inutile pour la classe (0), c'est-à-dire

pour les résidus de septième puissance. Cela posé, notre loi de réciprocité pour les deux nombres premiers $p = 7\varpi + 1$ et $q = 7q' + 1$ est exprimée par le théorème suivant :

» Théorème I. — *Si le nombre q appartient à la classe (i) relativement au module p et à la base t, dont on a fait usage pour le calcul de la fonction* $|R_{i,1}|$, *la valeur de l'expression* $\psi(\beta) \pmod q$ *appartient aussi à la classe (i) relativement au module q et à la base g.*

» En faisant $i = 0$, on a le théorème suivant :

» Théorème II. — *Le nombre q est résidu ou non-résidu de septième puissance relativement au module p, suivant que la valeur de l'expression* $\psi(\beta) \pmod q$ *est elle-même un résidu ou un non-résidu de septième puissance pour le module q.*

» Il existe aussi une réciprocité de septième ordre entre un nombre premier p de la forme $7\varpi + 1$ et un autre nombre premier $q = 7q' - 1$; mais elle repose, comme dans la théorie des résidus cubiques, sur la considération des racines imaginaires de la congruence $x^{q+1} - 1 \equiv 0 \pmod q$. Il existe pour cette congruence des racines primitives dont les diverses puissances donnent pour résidu, suivant le module q, toutes les autres racines. Prenant l'une d'elles pour base, on peut distribuer toutes les racines en sept classes, en rangeant dans une même classe (i) celles dont les indices divisés par 7 donnent le même reste i. Toutes ces racines sont comprises dans la formule $f + g\sqrt{-7}$ et vérifient la condition $f^2 + 7g^2 \equiv 1 \pmod q$. Soit $\lambda = f + g\sqrt{-7}$ la racine primitive choisie comme base d'un système d'indices et posons $\lambda^{q'} \equiv \beta \pmod q$. La fonction $\psi(\rho)$ étant toujours le rapport défini précédemment, $\psi(\beta^{-1})$ est une racine de la congruence $x^{7q'} - 1 \equiv 0 \pmod q$. Désignons par j son indice et par (j) le reste de la division de cet indice par 7 ; (j) sera la classe du rapport $\psi(\beta)$ relativement au nombre q et à la base λ. La réciprocité de septième ordre qui existe entre les deux nombres premiers p et q est exprimée par l'égalité $(j) = (i)$, c'est-à-dire :

» Théorème III. — *Si l'on désigne par* λ *la racine primitive choisie comme base d'un système d'indices pour la congruence* $x^{7q'} - 1 \equiv 0 \pmod q$, *et qu'on pose* $x^{q'} \equiv \beta \pmod q$, $\psi(\beta^{-1})$ *est une racine de la congruence* $x^{7q'} - 1 \equiv 0 \pmod q$ *et appartient à une classe dont l'indice est le même que celui de la classe à laquelle appartient le nombre q relativement au module p et à la base t.*

» Si l'on fait $(i) = (0)$, on obtient le théorème suivant :

» Théorème IV. — *Le nombre q est résidu de septième puissance ou non*

résidu, relativement au module p, suivant que l'expression $\psi(\beta)$ (mod. q) *est elle-même résidu ou non résidu de septième puissance pour le module q.*

» Le caractère de septième ordre du nombre 2 est exprimé par le théorème suivant :

» Théorème V. — *Les coefficients du polynôme* $R_{1,1} = \varphi(\rho)$ *sont tous pairs à l'exception d'un seul. Soit* a_e *le coefficient impair; la classe* (i) *à laquelle appartient le nombre 2 relativement au nombre p sera déterminée par la congruence* $i \equiv 3e$ (mod. 7).

» On conclut de là que le nombre 2 est résidu ou non résidu de septième puissance, relativement au nombre premier p, suivant que dans le facteur complexe $\varphi(\rho)$, défini plus haut, le coefficient a_0 est impair ou pair. On trouvera aussi les nombres premiers $7\varpi + 1$, dont 2 est résidu de septième puissance, en posant

$$\varphi(\rho) = 1 + 2(c_0 + c_1\rho + c_2\rho^2 + \ldots + c_6\rho^6),$$

et en cherchant ceux des produits $\varphi(\rho)\varphi(\rho^{-1})$ qui se réduisent à des nombres premiers.

» Du reste, ce théorème n'est qu'un cas particulier d'un théorème plus général, où 7 est remplacé par un nombre premier impair quelconque n, et où p désigne un nombre premier dont la division par n donne 1 pour reste. Les nombres entiers non multiples de p peuvent se distribuer en n classes, par rapport à une racine primitive t de p ; on rapporte à une même classe (i) tous ceux dont les indices divisés par n laissent le même reste i. Si l'on désigne par ρ une racine primitive de l'équation $x^n - 1 = 0$, et qu'on pose

$$\varphi(\rho) = \sum_{s=1}^{p-2} \rho^{\operatorname{ind} s\,(s+1)} = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + \ldots + a_{n-1}\rho^{n-1},$$

les coefficients $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$ seront tous pairs à l'exception d'un seul. Soit a_e le coefficient impair. La classe (i) à laquelle appartient le nombre 2, relativement au nombre p et à la base t, est déterminée par la congruence

$$i \equiv \frac{n-1}{2} e \,(\text{mod.}\, n).$$

» Le caractère de septième ordre du nombre 3 est vraiment remarquable par sa simplicité; il se déduit de la seule considération des coefficients de notre fonction $R_{1,1}$.

» Théorème VI. — *Soit* (i) *la classe à laquelle appartient le nombre* 3 *parmi*

les résidus ou les non résidus de septième puissance relativement au module p et à la base t. Cette classe (i) sera déterminée de l'une des deux manières suivantes, selon les deux cas que peut offrir la division par 3 *des coefficients* $a_0, a_1, a_2, \ldots a_6$ *de* $\varphi(\rho)$. *Il peut arriver, en effet, que l'un de ces coefficients soit seul à donner l'un des trois restes* 0, 1, 2; *ou bien qu'il y ait quatre coefficients donnant un même reste, tandis que les trois autres donneront l'un des deux autres restes.*

» Dans le premier cas, soit a_e le coefficient seul compris dans l'une des trois formules $3l$, $3l+1$, $3l+2$; la classe (i) du nombre 3 sera déterminée par la congruence

$$i \equiv 2e \pmod 7.$$

» Dans le second cas, désignons par s la somme des indices des quatre coefficients dont la division par 3 donne un même reste 0, 1 ou 2; la classe (i) du nombre 3 sera déterminée par la congruence

$$i \equiv 4s \pmod 7. \text{ »}$$

ALGÈBRE. — *Sur l'équation du cinquième degré* (*). Note de M. **Brioschi.**

« Appliquant les résultats établis dans le *Compte rendu* de la séance précédente, fonctions u, v, on trouve

$$(6)\qquad \begin{cases} \mathrm{M}(u) = \frac{1}{20} r u, & \mathrm{M}(v) = -\frac{1}{20} r v, \\ \mathrm{N}(u) = -\frac{1}{20} \rho u, & \mathrm{N}(v) = \frac{1}{20} \rho v, \end{cases}$$

si l'on pose, pour abréger,

$$\begin{aligned} r = a_0 (&x_0 x_1 + x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_3 x_4 + x_4 x_0 \\ &- x_0 x_2 - x_2 x_4 - x_4 x_1 - x_1 x_3 - x_3 x_0), \\ \rho = a_0 (&x_0 x_1 x_2 + x_1 x_2 x_3 + x_2 x_3 x_4 + x_3 x_4 x_0 + x_4 x_0 x_1 \\ &- x_0 x_2 x_4 - x_2 x_4 x_1 - x_4 x_1 x_3 - x_1 x_3 x_0 - x_3 x_0 x_2). \end{aligned}$$

» Ces fonctions r, ρ et les autres $r_0, r_1, \ldots$; $\rho_0, \rho_1, \ldots$, qu'on déduit d'elles par la substitution $\begin{pmatrix} \nu \\ 3\nu^3 + \mu \end{pmatrix}$ (mod. 5), ont la propriété remarquable suivante :

$$\rho r_0 - r\rho_0 = 2(u_4 - u_1) = 2(v - v_3), \quad \rho r_1 - r\rho_1 = 2(u_0 - u_2) = 2(v_3 - v_4), \ldots,$$

(*) Voir *Comptes rendus*, séance du 22 mars.

par laquelle on obtient les deux relations

$$(7)\quad \begin{cases} \rho\Sigma r u^m - r\Sigma\rho u^m = 2[u_0^m(u_4-u_1)+u_1^m(u_0-u_2)+u_2^m(u_1-u_3) \\ \qquad\qquad +u_3^m(u_2-u_4)+u_4^m(u_3-u_0)], \\ \rho\Sigma r v^m - r\Sigma\rho v^m = 2[v_0^m(v_2-v_3)+v_1^m(v_3-v_4)+v_2^m(v_4-v_0) \\ \qquad\qquad +v_3^m(v_0-v_1)+v_4^m(v_1-v_2)]. \end{cases}$$

» Enfin, si l'on se rappelle que

$$\Sigma u^2 = h - 3\delta, \quad \Sigma v^2 = h + 3\delta,$$

on aura, en opérant avec M, N,

$$(8)\quad \begin{cases} \Sigma r u^2 = 5^4 4^2 l_0, & \Sigma r v^2 = -5^4 4^2 l_0, \\ \Sigma\rho u^2 = -5^4 4^2 l_1 & \Sigma\rho v^2 = 5^4 4^2 l_1, \end{cases}$$

et, par conséquent, en posant $m = 2$ dans les relations (7), on aura

$$8.5^4(l_0\delta + l_1 r) = u_0^2(u_4-u_1)+u_1^2(u_0-u_2)+\ldots+u_4^2(u_3-u_0).$$

» Or la quantité W considérée par M. Hermite est identique à l'expression du second membre de cette dernière relation (*); on aura ainsi

$$W = 8.5^4(l_0\rho + l_1 r),$$

ou, à cause des équations (6),

$$uW = 2.4^2 5^5[l_1 M(u) - l_0 N(u)],$$

et, en indiquant par P l'opération $l_1 M - l_0 N$, on aura enfin

$$uW = 2.4^2 5^5 P(u) \quad \text{et semblablement} \quad vW = -2.4^2 5^5 P(v).$$

» Les équations (5) donneront les trois suivantes :

$$(9)\qquad P(h) = 0, \quad P(\delta) = 0, \quad P(j) = \tfrac{1}{4} 5^{12}(l_0 m_1 - l_1 m_0) = \frac{2}{5^6} J,$$

J étant l'invariant du dix-huitième degré, et l'expression $\sqrt{z} = u + \omega v$ donne

$$P(\sqrt{z}) = \frac{1}{2.4^2 5^5} W(u - \omega v) = \frac{1}{4.5}(l_0\rho + l_1 r)(u - \omega v);$$

mais $\sqrt{z}$ étant fonction de a, b, c et par conséquent de h, δ, j, on aura

$$P(\sqrt{z}) = \frac{d\sqrt{z}}{dh} P(h) + \frac{d\sqrt{z}}{d\delta} P(\delta) + \frac{d\sqrt{z}}{dj} P(j),$$

(*) M. Hermite a eu la bonté de me faire connaître cette identité dans une lettre d'octobre 1866.

ou, d'après les égalités (9),

$$J\frac{d\sqrt{z}}{dj} = \tfrac{1}{8}5^3(l_0\rho + l_1 r)(u - \omega v).$$

» La relation qui existe entre l'expression $\frac{d\sqrt{z}}{dj}$ et celle dont M. Hermite se proposait l'étude dans son travail de 1866 étant démontrée de cette manière, je passe à la considération d'une seconde fonction qui a quelque analogie avec la précédente, parce qu'elle s'obtient en opérant sur $\sqrt{z}$ avec le symbole $Q = m_1 M - m_0 N$. On a évidemment

$$Q(\sqrt{z}) = \tfrac{1}{4.5}(m_1 r + m_0\rho)(u - \omega v) \quad (*);$$

par conséquent la quantité Z donnée par la relation

$$\sqrt{Z} = \xi\sqrt{z} + \eta P(\sqrt{z}) + \zeta Q(\sqrt{z}),$$

dans laquelle ξ, η, ζ sont trois indéterminées, sera racine d'une équation de la forme (1).

» Pour déterminer la valeur du coefficient Λ de l'équation en Z, je rappelle que, en désignant par α, γ, l, m les covariants quadratiques et linéaires (**),

$$\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2)(x, y)^2, \quad l = l_0 x + l_1 y,$$
$$\gamma = (\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2)(x, y)^2, \quad m = m_0 x + m_1 y,$$

et posant

$$\mu = hi - 3j, \quad \nu = \tfrac{1}{4}(hj - i^2),$$
$$\sigma = h\nu - i\mu, \quad \tau = i\nu - j\mu,$$

(*) On peut observer que

$$\Sigma r u^6 = \tfrac{8}{3}5^4(2h^2 - 21h\delta + 29\delta^2)l_0 - \tfrac{2}{3}4^4 5^{11} m_0,$$
$$\Sigma\rho u^6 = -\tfrac{8}{3}5^4(2h^2 - 21h\delta + 29\delta^2)l_1 + \tfrac{2}{3}4^4 5^{11} m_1,$$

de sorte qu'on aura

$$u(\rho\Sigma r u^6 - r\Sigma\rho u^6) = \tfrac{2}{3}5^3(2h^3 - 21h\delta + 29\delta^2)P(u) - \tfrac{2}{3}4^3 5^{10} Q(u);$$

par conséquent la nouvelle fonction $Q(\sqrt{z})$ se déduit de celles qu'on obtient en posant $m = 6$ dans les relations (7). Évidemment les fonctions $P(\sqrt{z})$, $Q(\sqrt{z})$ sont les seules de cette espèce.

(**) *Annali di Matematica*, serie II^a, vol. I°. — *Sulla rappresentazione tipica delle forme binarie*, Memoria dei signori Clebsch e Gordan. — *Theorie der Binären algebraischen Formen*, von A. Clebsch, p. 369; Leipzig, 1872.

d'où résulte

$$J^2 = 2i\mu\nu - h\nu^2 - j\mu^2 = \mu\tau - \nu\sigma,$$
$$\sigma^2 + 4\mu^2\nu = -hJ^2, \quad \sigma\tau + 4\mu\nu^2 = -iJ^2, \quad \tau^2 + 4\nu^3 = -jJ^2,$$

on a les relations

$$J^2\alpha = \tfrac{1}{8}5^8(5^{16}\mu m^2 + 2.5^8.\sigma lm - 4\mu\nu l^2),$$
$$J^2\gamma = \tfrac{1}{8}5^4(5^{16}\nu m^2 + 2.5^8.\tau lm - 4\nu^2 l^2).$$

De ces dernières et des suivantes :

$$\Sigma r^2u^2 = \Sigma r^2v^2 = 10h\alpha_0 - 4^3.5^5.\gamma_0, \qquad \Sigma r^2 = 4.5^2.\alpha_0,$$
$$\Sigma r\rho u^2 = \Sigma r\rho v^2 = -10h\alpha_1 + 4^3.5^5.\gamma_1, \quad \Sigma r\rho = -4.5^2.\alpha_1,$$
$$\Sigma\rho^2u^2 = \Sigma\rho^2v^2 = 10h\alpha_2 - 4^3.5^5.\gamma_2, \qquad \Sigma\rho^2 = 4.5^2.\alpha_2,$$

on déduit que

$$\Sigma(l_1r + l_0\rho)^2 = \Sigma(l_1r + l_0\rho)^2v^2 = \frac{4^2}{5^{11}}(h\mu - 32\nu),$$
$$\Sigma(m_1r + m_0\rho)^2u^2 = \Sigma(m_1r + m_0\rho)^2v^2 = -\frac{4^3}{5^{17}}\nu(h\mu - 32\nu),$$
$$\Sigma(l_1r + l_0\rho)(m_1r + m_0\rho)u^2 = \Sigma(l_1r + l_0\rho)(m_1r + m_0\rho)v^2 = -\frac{4^2}{5^{19}}(h\sigma - 32\tau),$$
$$\Sigma(l_1r + l_0\rho)^2 = \frac{2.4^2}{5^{10}}\mu,$$
$$\Sigma(m_1r + m_0\rho)^2 = -\frac{2.4^3}{5^{26}}\mu\nu,$$
$$\Sigma(l_1r + l_0\rho)(m_1r + m_0\rho) = -\frac{2.4^2}{5^{18}}\sigma,$$

et en observant que, à cause des relations (8), on a

$$\Sigma(l_1r + l_0\rho)u^2 = -\Sigma(l_1r + l_0\rho)v^2 = 0,$$
$$\Sigma(m_1r + m_0\rho)u^2 = -\Sigma(m_1r + m_0\rho)v^2 = \frac{2.4^3}{5^{14}}J,$$

on obtient

$$A = \frac{\omega}{2\sqrt{5}}\left[(h - 3\delta\sqrt{5})\xi^2 + 32J\xi\zeta + 5(M\eta^2 - 2S\eta\zeta - 4M\nu\zeta^2)\right],$$

ayant posé $5^7.\eta$, $5^{15}.\zeta$ au lieu de η, ζ et

$$M = (h + 4\delta\sqrt{5})\mu - 32\nu, \quad S = (h + 4\delta\sqrt{5})\sigma - 32\tau.$$

Enfin, en écrivant $J\xi$ au lieu de ξ, $M\zeta$ au lieu de ζ, on aura

$$A = \frac{\omega}{2\sqrt{5}}\left\{J^2\left[(h - 3\delta\sqrt{5})\xi^2 + 32M\xi\zeta + 5MK\zeta^2\right] + 5M(\eta - S\zeta)^2\right\},$$

la quantité K étant

$$K = (h + 4\delta\sqrt{5})^2 h - 4^3 (h + 4\delta\sqrt{5}) i + 4^5 j.$$

» On voit que le coefficient A ne contient que les carrés des trois indéterminées ξ, $\eta - \delta\zeta$, ζ et le produit $\xi\zeta$. »

ASTRONOMIE. — *Sur la température relative des diverses régions du Soleil. Deuxième partie : Région équatoriale et régions polaires.* Note de M. LANGLEY, présentée par M. Faye.

« Laplace a montré qu'on peut déterminer l'épaisseur de l'atmosphère du Soleil en comparant l'intensité de la lumière au centre de son disque apparent avec celle des autres parties, et qu'on peut aussi, par le même moyen, connaître la proportion de la lumière interceptée par cette atmosphère. S'appuyant sur l'observation de Bouguer, à savoir que la lumière, vers les trois quarts de la distance du centre au bord, est à celle du centre comme 73 : 100, et sur certaines suppositions relatives aux lois de la radiation que les progrès de la Physique expérimentale ont peut-être modifiées depuis, il arrive, comme on le sait, à cette conclusion que la lumière du Soleil serait douze fois plus grande si cet astre était dégagé de son atmosphère. L'insuffisance des données diminue la valeur de ce résultat particulier; cependant la méthode de l'illustre géomètre peut nous conduire encore à des conclusions d'un intérêt extrême, puisque, sans la connaissance du pouvoir d'absorption de l'atmosphère solaire pour la chaleur rayonnante, il semble impossible d'obtenir aucune détermination digne de foi de la chaleur absolue de sa surface.

» J'ai employé la méthode suivante. Faites mouvoir une thermopile parfaitement abritée sur une échelle graduée, le long d'un rayon quelconque d'une image fixe du disque solaire ; pour plus de clarté, plaçons d'abord ce rayon sur le demi-grand axe de l'ellipse suivant laquelle se projette l'équateur solaire. Au moyen de l'échelle, on choisit sur ce rayon un certain nombre de points entre le centre et le bord. On expose d'abord, pour un temps défini, la pile à la radiation du centre de l'image, et l'on vérifie le galvanomètre. Ensuite (et le plus vite possible) on transporte la thermopile au premier point marqué sur le rayon, et là on l'expose pendant le même laps de temps. Si l'on suppose la radiation constante dans ce court intervalle, en divisant le second nombre trouvé par le premier, on obtient une fraction qui exprime le rapport de la chaleur qui a traversé l'atmosphère

solaire en ce point à celle du centre. On compare ainsi séparément chacun des points choisis sur le rayon avec le centre, et l'on répète les observations jusqu'à ce que l'effet des erreurs accidentelles, causées par les légères mais incessantes perturbations de notre propre atmosphère, soit réduit à telle limite que l'on désire. Supposons maintenant qu'un nombre égal de comparaisons au centre et aux points correspondants du rayon aient été exécutées, non plus pour la chaleur, mais pour la lumière par les méthodes photométriques. Ayant le rapport de la chaleur et de la lumière, comparées en chaque point du rayon solaire à celles du centre, ainsi exprimé par une série de fractions, on peut, par la méthode de Laplace, obtenir, de l'une ou l'autre série, la profondeur de l'atmosphère solaire et le montant de son absorption. S'il n'y a pas d'absorption élective, les séries seront identiques. Si la chaleur est plus absorbée que la lumière, la comparaison de ces séries mettra le fait en évidence, et la discussion fournira d'autres informations sur la nature de l'absorption élective.

» Cette comparaison de la chaleur a confirmé l'observation générale du P. Secchi que la radiation de la chaleur va en décroissant du centre aux bords du Soleil; mais le nombre et la précision de mes mesures m'ont permis, en outre, d'étudier d'une manière très-approchée la loi de cette diminution, de montrer que la chaleur est moins absorbée que la lumière, et que l'absorption principale de celle-là se confine à une couche extrêmement mince près de la photosphère. Ainsi, à une distance du centre égale aux trois quarts d'un rayon, je ne trouve pas que la proportion de la chaleur émise soit d'accord avec celle de la lumière, telle que l'a déterminée Bouguer : elle (la chaleur) est notablement plus grande, et cette différence croît vers les bords, où elle devient très-marquée.

» D'où il suit, ce me semble, que cette action thermochroïque particulière, déjà signalée dans ma première Note, ne se confine pas aux taches, mais est une loi générale de l'atmosphère solaire.

» Dans l'absence actuelle de tache de grandeur convenable, je n'ai pas encore déterminé la proportion de la lumière du noyau. Sir W. Herschel a trouvé qu'elle n'est que les $\frac{7}{1000}$ de celle de la photosphère, et, bien que les taches diffèrent entre elles sous ce rapport, il y a une évidence indépendante qui montre que son estime peut servir de première approximation. En l'employant à ce titre avec mes calculs propres sur la chaleur, je trouve que nous recevons du noyau relativement noir d'une tache au moins cinquante fois plus de chaleur que de lumière. Ce résultat remarquable a été vérifié par deux méthodes indépendantes que je ne détaille pas ici.

» Pour plus de clarté, j'ai supposé que les observations des radiations thermiques comparatives avaient été faites sur un rayon fixe de l'image solaire. Si maintenant on suppose que ce rayon tourne jusqu'à ce qu'il soit dans l'axe solaire de rotation (et ainsi de suite), et qu'on répète toutes les observations dans ces nouvelles positions, on aura évidemment obtenu le moyen de décider si la radiation varie de l'équateur aux pôles comme sur le rayon équatorial, ou si, comme on l'a généralement cru jusqu'ici, elle diminue avec les latitudes solaires croissantes.

» Le P. Secchi a assuré que cette différence s'élève à $\frac{1}{16}$ du tout, même en comparant la chaleur équatoriale à celle du 30^{e} parallèle solaire, nord ou sud; et ce fait supposé a conduit à des conclusions qui réagissent directement sur nos idées de la circulation et même de la constitution du Soleil. Mes observations préliminaires n'ayant pas réussi à me faire retrouver cette différence, j'ai senti qu'il était nécessaire non-seulement de multiplier les observations, mais encore de les répéter par des méthodes indépendantes de celle que je viens de décrire.

» Je n'ai trouvé aucune différence systématique semblable, ni de l'ordre de grandeur précité, ni d'un ordre excédant l'erreur probable de mes mesures, erreur déterminée par plus de cent observations faites avec soin. Il est théoriquement possible qu'il y ait de faibles différences systématiques de chaleur, variant comme quelque fonction de la latitude solaire, et peut-être pourront-elles être rendues sensibles par de nouvelles observations plus étendues; mais il paraît certain qu'il n'existe maintenant aucune différence pareille à celle qui a été annoncée en 1852.

» Remarquons ici que l'astronome distingué sur les rapports duquel la croyance à la différence supposée s'appuie depuis longtemps a lui-même fait observer, en l'annonçant, qu'elle ne pouvait être regardée comme un fait acquis à la science avant qu'une longue série d'observations indépendantes ne l'ait confirmée, restriction qu'il n'est que juste de rappeler ici.

» Ces résultats partiels d'une recherche encore en progrès à l'Observatoire d'Allegheny n'ont été donnés ici qu'avec l'imperfection inévitable d'un extrait; ils seront complétés par l'énoncé numérique de quelques-unes des lois de l'absorption relative de la chaleur et de la lumière, aussitôt que la réduction des nombreuses observations sur lesquelles ces lois reposent aura été achevée. On y trouvera, j'espère, le moyen de calculer avec une grande approximation l'absorption totale de cette atmosphère et,

par suite, un des éléments indispensables à l'étude de la température absolue de la surface solaire, but auquel tendent finalement les recherches actuelles. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème de Géométrie.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. O. Bonnet.

« Dans l'avant-dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Ribaucour a donné cette élégante proposition, démontrée depuis géométriquement par M. Mannheim : « *Le rayon de courbure géodésique d'une courbe* Σ *à courbure* » *normale constante est les* $\frac{2}{3}$ *du rayon de courbure géodésique de la section* » *plane* Σ′, *ayant même tangente et surosculée par un cercle.* »

» Considérons sur une surface quelconque deux courbes Σ et Σ′ se touchant au point M. Soient ρ et r le rayon de courbure et le rayon de torsion de la courbe Σ au point M; ϖ l'angle que fait en ce point le plan osculateur à la courbe avec la normale à la surface; désignons par des lettres accentuées les valeurs des mêmes quantités relatives à la courbe Σ′.

» Portons enfin sur chacune des deux courbes, à partir du point M, une même longueur infiniment petite ds.

» On aura d'abord, en vertu d'une expression donnée par M. Ossian Bonnet de la torsion géodésique,

$$(1) \qquad d\varpi - \frac{ds}{r} = d\varpi' - \frac{ds}{r'};$$

puis, en vertu d'une relation que j'ai donnée (*Bulletin de la Société philomathique*, t. VII, p. 51),

$$(2) \qquad \operatorname{tang}\varpi\left(d\varpi - \frac{2}{3}\frac{ds}{r}\right) + \frac{1}{3}\frac{d\rho}{\rho} = \operatorname{tang}\varpi'\left(d\varpi' - \frac{2}{3}\frac{ds}{r'}\right) + \frac{1}{3}\frac{d\rho}{\rho'},$$

ou encore, en introduisant, relativement à la première courbe, le rayon R de la section normale à la surface et tangente en M à Σ,

$$(2\ bis) \qquad -\frac{1}{3}\frac{d\mathrm{R}}{\mathrm{R}} + \frac{2}{3}\operatorname{tang}\varpi\left(d\varpi - \frac{ds}{r}\right) = \operatorname{tang}\varpi'\left(d\varpi' - \frac{2}{3}\frac{ds}{r'}\right) + \frac{1}{3}\frac{d\rho'}{\rho'}.$$

» Supposons maintenant que Σ soit une courbe à courbure normale constante et Σ′ la courbe plane ayant même tangente et surosculée par un cercle; on aura évidemment $d\mathrm{R} = 0$, $d\rho' = 0$ et $r' = \infty$.

» Les équations (1) et (2 *bis*) deviennent alors

$$d\varpi - \frac{ds}{r} = d\varpi' \quad \text{et} \quad \frac{2}{3}\operatorname{tang}\varpi\left(d\varpi - \frac{ds}{r}\right) = \operatorname{tang}\varpi'\, d\varpi';$$

d'où

$$\operatorname{tang}\varpi' = \tfrac{2}{3}\operatorname{tang}\varpi,$$

formule qui est l'expression analytique du théorème ci-dessus énoncé.

M. **Ossian Bonnet** présente, à propos de cette Note, les remarques suivantes :

« La formule (2) qui complète, de la manière la plus heureuse, la relation (1) que j'ai donnée en 1848, dans mon premier Mémoire *Sur la théorie générale des surfaces*, me paraît d'une très-grande importance. Elle fait immédiatement connaître, par exemple, la relation qui existe entre les éléments du troisième ordre, relatifs à deux courbes osculatrices tracées sur la même surface. Supposons, en effet, que les deux courbes Σ et Σ' soient osculatrices ; nous aurons $\varpi = \varpi'$, $\rho = \rho'$, et la relation (2) donnera, en tenant compte de (1)

$$\operatorname{tang}\varpi\,\frac{ds}{r} + \frac{d\rho}{\rho} = \operatorname{tang}\varpi\,\frac{ds}{r'} + \frac{d\rho'}{\rho}, \quad \text{ou} \quad \frac{\dfrac{d\rho}{ds} - \dfrac{d\rho'}{ds'}}{\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{r'}} = -\rho\operatorname{tang}\varpi.$$

Ce résultat est la traduction algébrique de cette généralisation du théorème de Meusnier, énoncée par M. Mannheim : *Étant donnée une série de courbes tracées sur une même surface et osculatrices en un point a, les rectifiantes des développées par le plan de ces différentes courbes aux points correspondant au point a concourent en un même point.* Il ne sera pas inutile d'ajouter que la relation (2) a été donnée par M. Laguerre en 1870, tandis que M. Mannheim n'a énoncé son théorème qu'en 1872. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'erreur de la formule de Poncelet relative à l'évaluation des aires.* Note de M. **Chevilliet**, présentée par M. Resal.

« On sait que cette erreur, *dont on ignore le sens*, est moindre en valeur absolue que

$$\frac{h}{4}(y_1 - y_0 + y_{2n-1} - y_{2n}).$$

Soit $y = f(x)$ l'équation de la courbe ; si l'on remplace

$$y_1 - y_0 = f(x_0 + h) - f(x_0) \quad \text{et} \quad y_{2n-1} - y_{2n} = f(\mathrm{X} - h) - f(\mathrm{X})$$

par leurs développements suivant les puissances de h, l'expression précé-

dente devient

$$-\frac{h}{4}\left\{h[f'(X)-f'(x_0)]-\frac{h^2}{1.2}[f''(X)+f''(x_0)]\right.$$
$$\left.+\frac{h^3}{1.2.3}[f'''(X)-f'''(x_0)]-\ldots\right\}.$$

» Pour h suffisamment petit, elle est sensiblement le triple de l'erreur de la méthode des trapèzes

$$-\frac{h^2}{12}[f'(X)-f'(x_0)]+\frac{h^4}{720}[f'''(X)-f'''(x_0)]-\ldots,$$

donnée par la formule d'Euler; mais ce n'est là qu'une limite supérieure. En réalité :

» 1. Si les termes qui suivent le premier sont négligeables, les erreurs de la méthode des trapèzes et de la formule de Poncelet sont égales et de même sens.

» 2. Quand on modifie la formule de Poncelet comme M. Piobert et M. Parmentier ont été conduits à le faire, l'erreur se réduit à

$$\frac{h^3}{12}[f'(X)+f''(x_0)]-\ldots,$$

c'est-à-dire qu'elle s'abaisse au troisième ordre.

» Les formules nécessaires pour établir ces propositions permettent de retrouver très-simplement l'expression de l'erreur de la formule de Simpson, que nous avons obtenue l'année dernière d'une manière directe.

ANALYSE.

» *Erreur de l'aire circonscrite.* — La surface de la courbe entre les ordonnées y_0 et y_2 est, en désignant par $F(x)$ une intégrale quelconque de $f(x)$,

$$u=F(x_0+2h)-F(x_0)=2hf(x_0)+\frac{4h^2}{1.2}f'(x_0)+\frac{8h^3}{1.2.3}f''(x_0)+\ldots,$$

et celle du trapèze circonscrit correspondant

$$a=2hf(x_0+h)=2hf(x_0)+\frac{2h^2}{1}f'(x_0)+\frac{2h^3}{1.2}f''(x_0)+\ldots;$$

par conséquent

$$u-a=\frac{h^3}{3}f''(x_0)+\frac{h^4}{3}f'''(x_0)+\frac{11h^5}{60}f^{IV}(x_0)+\ldots,$$

et, si l'on fait la somme de toutes les égalités semblables relatives aux au-

tres éléments,

$$U - A = \frac{h^3}{3}\Sigma f''(x) + \frac{h^4}{3}\Sigma f'''(x) + \frac{11h^5}{60}\Sigma f^{IV}(x) + \ldots,$$

en posant, pour abréger,

$$f(x_0) + f(x_2) + f(x_4) + \ldots + f(x_{2n-2}) = \Sigma f(x);$$

mais la formule d'Euler donne, en y remplaçant h par $2h$,

$$h\Sigma f(x) = \frac{1}{2}[F(X) - F(x_0)] - \frac{h}{2}[f(X) - f(x_0)] + \frac{h^2}{6}[f'(X) - f'(x_0)] - \frac{h^4}{90}[f'''(X) - f'''(x)] + \ldots$$

» En portant les valeurs de $h\Sigma f''(x)$, $h\Sigma f'''(x)$,..., tirées de cette formule dans l'expression de U — A, et réduisant les termes semblables, on trouve

$$(1) \qquad U - A = \frac{h^2}{6}[f'(X) - f'(x_0)] - \frac{7h^4}{360}[f'''(X) - f'''(x_0)] + \ldots.$$

» *Erreur de l'aire inscrite.* — Soit A' l'aire de la figure inscrite, on sait que

$$A - A' = \frac{h}{6}(y_1 - y_0 + y_{2n-1} - y_{2n}) = -\frac{h}{2}\left\{h[f'(X) - f'(x_0) - \frac{h^2}{1.2}[f''(X) + f''(x_0)] + \ldots\right\};$$

par suite,

$$(2) \qquad \begin{cases} U - A' = -\frac{h^2}{3}[f'(X) - f'(x_0) + \frac{h^3}{4}[f''(X) + f''(x_0)] \\ \qquad\qquad - \frac{37h^4}{360}[f'''(X) - f'''(x_0) + \ldots. \end{cases}$$

» *Erreur de la formule de Poncelet.* — En égalant les moyennes arithmétiques des deux membres des équations (1) et (2), on a l'erreur de la formule de Poncelet

$$(3) \quad U - \frac{A + A'}{2} = -\frac{h^2}{12}[f'(X) - f'(x_0)] + \frac{h^3}{8}[f''(X) - f''(x_0)] - \ldots,$$

qui, *pour des valeurs de h suffisamment petites,* ne diffère pas sensiblement de celle de la méthode des trapèzes.

» Les résultats différents que l'on obtient quand cette condition n'est pas satisfaite s'expliquent facilement par l'influence des termes négligés.

» *Erreur de la formule de M. Parmentier.* — Si l'on élimine h^2 entre les équations (1) et (2), on trouve

$$(4)\quad U - \frac{2A + A'}{2} = \frac{h^3}{12}[f''(X) - f''(x_0)] - \frac{37h^4}{540}[f'''(X) - f'''(x_0)] + \dots.$$

Or

$$\frac{2A + A'}{3} = h\left[2S_1 + \frac{y_0 + y_{2n}}{6} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{6}\right];$$

ainsi, par un léger changement, qui ne complique pas la formule, l'erreur s'abaisse du second ordre au troisième.

» *Erreur de la formule de Simpson.* — A désignant toujours la somme des trapèzes circonscrits, si A″ est celle des trapèzes inscrits compris entre les mêmes ordonnées, $\frac{2A + A'}{3}$ est identique à la formule de Simpson, comme on peut facilement le vérifier.

» Or U — A est donné par l'équation (1), U — A″ par la formule d'Euler. En ajoutant ces deux expressions après avoir multiplié la première par 2, puis divisant le résultat par 3, on trouve

$$U - \frac{2A + A''}{3} = -\frac{h^4}{180}[f'''(X) - f'''(x_0)] + \frac{h^6}{1512}[f^{v}(X) - f^{v}(x_0)] - \dots.$$

» Le premier terme du second membre représente par conséquent l'erreur de la formule de Simpson, aux quantités près du sixième ordre, et non pas seulement du cinquième, comme nous l'avons dit (*Comptes rendus*, séance du 29 juin 1874).»

OPTIQUE. — *Double réflexion intérieure dans les cristaux biréfringents uniaxes;* par M. **Abria**. (Extrait.)

« Les directions des rayons réfléchis et réfractés à la surface de séparation de deux milieux monoréfringents ou biréfringents peuvent être déterminées à l'aide d'une construction générale et très-simple, à laquelle conduit la théorie des ondes. La loi de la réflexion totale qui en résulte n'a été, à ma connaissance, l'objet d'aucune vérification expérimentale. Je me suis proposé, dans ce travail, de comparer la théorie avec l'observation, dans le cas où la surface réfléchissante appartient à un biréfringent uniaxe.

» Un rayon venant du vide et tombant sur la surface d'un prisme biréfringent se divise généralement en deux, lesquels, éprouvant la réflexion totale sur la seconde face, donnent naissance chacun à deux autres rayons;

la lumière se divise en définitive en quatre faisceaux émergents, que l'on peut désigner par OO′, OE′, EO′, EE′.

» Le calcul permet de déterminer les angles de chaque rayon avec la face d'émergence, et, par suite, ceux qu'ils forment entre eux. L'observation donne ces mêmes angles. La comparaison des angles calculés et mesurés donne un contrôle de la théorie.

» J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans la séance du 30 novembre dernier, les résultats de quelques mesures prises sur un prisme de quartz, dont l'axe était parallèle à l'une des faces et perpendiculaire aux arêtes. Les expériences nouvelles contenues dans mon travail ont été faites avec deux prismes, l'un de quartz, l'autre de spath, taillés d'une manière quelconque.

» Sur plus de cinquante-deux mesures, il y a accord satisfaisant entre le calcul et l'observation. Ainsi, par exemple, les angles de OO′, EE′ ont varié, pour le quartz, de zéro à trente minutes et ont offert les différences suivantes :

Calcul.	Observations.
11′ 13″	10′ 10″
29.57	30.10

» Ceux de OE′, EO′, dans la même substance, ont donné, suivant les faces d'incidence et d'émergence :

Calcul.	Observations.
49′ 50″	50′ 20″
1° 18. 5	1° 19. 10
1.37.23	1.37.30

» Les angles des rayons entre eux sont plus considérables dans le spath. Voici quelques-unes des valeurs obtenues :

	Calcul.	Observations.
Angles de OO′, EE′....	0° 27′	0° 22′
	8.15	8. 9
	11.41	11.43
Angles de OE′, EO′...	16.49	16.48
	27.25	27.29

» Les calculs, quoique difficiles, exigent seulement de l'attention, surtout dans le cas du spath ; dans celui du quartz, certaines quantités peuvent être négligées sans inconvénient. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le groupe urique;* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« Dans des recherches entreprises pour réaliser la synthèse des composés uriques, j'ai réussi à obtenir l'acide parabanique, comme produit de dédoublement des uréides pyruviques. Une réaction semblable ne pouvait me conduire à la synthèse des corps du groupe alloxanique, l'acide acétonecarbonique, véritable homologue de l'acide pyruvique, n'étant encore connu qu'à l'état d'éther.

» Il m'a donc fallu recourir à un autre procédé, et ce sont les premiers résultats de ce travail, incomplet encore, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, pour prendre date et me permettre de poursuivre ces recherches.

» L'acide aspartique étant un acide amidé, l'*acide amido-succinique*, il était probable qu'il se combinerait à l'urée avec élimination d'ammoniaque, comme le font le glycocolle, l'éthylglycocolle, etc., et que l'on obtiendrait ainsi un acide malyluréique $C^5H^6Az^2O^4$ qui pourrait, par oxydation directe ou indirecte, se convertir soit en alloxane $C^4H^2Az^2O^4$, soit en un corps du même groupe, tel que la malonylurée, la bromomalonylurée, etc.

» Guidé par ces vues théoriques, j'ai fait réagir sur l'urée, non pas l'acide aspartique, mais son amide, l'asparagine. L'amide malyluréique qui prend naissance par l'action réciproque de ces corps s'obtient en chauffant, pendant six à huit heures à 125 degrés, un mélange de 2 parties d'asparagine avec 1 partie d'urée. Sa formation s'explique au moyen de l'équation

$$\underbrace{C^4H^8Az^2O^3}_{\text{Asparagine.}} + \underbrace{CH^4Az^2O}_{\text{Urée.}} = \underbrace{C^5H^9Az^3O^3}_{\text{Amide malyluréique.}} + H^2O + AzH^3.$$

» Bouillie avec de l'acide chlorhydrique, cet amide se dédouble en sel ammoniac et *acide malyluréique*

$$C^5H^6Az^2O^4,$$

qui se dépose à mesure que la liqueur se refroidit.

» *L'acide malyluréique* se présente sous la forme de prismes terminés par des biseaux, blancs, brillants, presque insolubles dans l'alcool, solubles dans 4 parties d'eau bouillante, fondant avec décomposition entre 215 et 220 degrés. Les analyses lui assignent la formule

$$C^5H^6Az^2O^4.$$

» La solution rougit le papier de tournesol ; tous ses sels sont solubles, excepté le sel d'argent.

» Le *sel de baryum*, obtenu par l'action de l'acide sur le carbonate de baryum et concentration de la solution dans le vide, se présente sous l'aspect d'une poudre blanche amorphe, renfermant à 100 degrés

$$(C^5H^5Az^2O^4)^2Ba, H^2O.$$

» Traité à l'ébullition par l'acide azotique ordinaire, il n'est que faiblement attaqué ; par l'action prolongée de l'acide azotique fumant il se convertit en un corps nitré, se colorant en jaune par les alcalis, cristallisant en lames rectangulaires et se décomposant à 180 degrés avec explosion.

» L'acide malyluréique étant représenté par la formule de constitution suivante :

$$\begin{array}{lll} CO^2H & & \\ | & & \\ CH & -AzH & \\ | & | & \\ CH^2 & CO & \\ | & | & \\ CO & -AzH & \end{array}$$

on comprend, d'après cette formule, la possibilité de le convertir par oxydation en malonylurée (acide barbiturique)

$$\begin{array}{lll} CO & -AzH & \\ | & | & \\ CH^2 & CO & \\ | & & \\ CO & -AzH & \end{array}$$

ou en alloxane, mésoxalylurée

$$\begin{array}{lll} CO & -AzH & \\ | & | & \\ CO & CO & \\ | & | & \\ CO & -AzH. & \end{array}$$

» J'avais espéré, par l'action de l'acide azotique, obtenir le dérivé nitré de la malonylurée (acide diliturique) ; mais le corps nitré ainsi préparé, et que j'ai signalé plus haut, diffère par ses propriétés de l'acide diliturique.

» J'ai eu recours alors à l'action du brome en présence de l'eau.

» Dans ces conditions, la réaction est complexe et donne naissance à plusieurs corps différents, dont quelques-uns ont pu être convertis en composés du groupe alloxanique.

» Lorsqu'on chauffe à 100 degrés 3 parties de brome avec 1 partie d'acide malyluréique et 5 parties d'eau, le brome a disparu complétement après vingt heures. Les tubes sont remplis de cristaux d'un corps A, que

l'on recueille par filtration à la trompe. La solution évaporée au bain-marie dégage de l'acide bromhydrique et laisse un résidu qu'on lave avec quelques centimètres cubes d'eau froide; on réserve cette solution B. La portion non dissoute, qui était primitivement en solution à la faveur de l'acide bromhydrique, est reprise par une grande quantité d'eau bouillante. Il se sépare pendant le refroidissement un corps très-peu soluble C, qui forme une poudre blanche; les eaux mères fortement concentrées fournissent un troisième corps D, facilement soluble, cristallisant en petits prismes mal déterminés.

» Une première étude de ces divers composés m'a donné les résultats suivants :

» Le corps A, purifié par une nouvelle cristallisation dans l'eau bouillante, se présente sous la forme de paillettes légères d'un éclat nacré. Sa composition est exprimée par la formule

$$C^9 H^4 Br^6 Az^4 O^5.$$

Un peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, il se dissout dans 35 parties d'eau à 100 degrés. Il fond en se détruisant à 250 degrés. Par l'ébullition avec de l'eau de baryte, il fournit, entre autres produits, du bromure et de l'oxalate. Il n'est pas attaqué par l'acide azotique bouillant.

» Le corps C ne se dissout que dans 400 parties d'eau à l'ébullition, il est insoluble dans l'alcool; il forme de petites paillettes mal déterminées, réunies en une poudre blanche ou faiblement colorée, présentant à l'état humide des reflets chatoyants. Il renferme

$$C^9 H^4 Br^4 Az^4 O^5.$$

Il se détruit par la chaleur sans fondre. L'acide azotique le convertit en un dérivé nitré. Chauffé avec l'eau de baryte, il donne un sel de baryum insoluble, qui se colore en violet; ce sel de baryum présente une réaction intéressante. Quand on le traite à chaud par un peu d'acide azotique et qu'on évapore à sec, le tout prend une couleur rouge qui augmente par l'addition d'ammoniaque et offre alors la couleur caractéristique de la murexide.

» On s'est assuré de l'identité de cette matière colorante avec la murexide, au moyen des réactions suivantes qui servent à caractériser ce corps. La couleur rouge passe au bleu par la potasse; la solution est précipitée en jaune par les sels de zinc (formation de purpurate de zinc). Additionnée de sublimé corrosif et d'acétate de soude, elle précipite du pur-

purate mercurique rouge, tandis que la liqueur est décolorée. Il est donc probable que le sel de baryum, rose-violet, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique, obtenu par l'action de la baryte sur le corps C, est du dialurate de baryum. C'est un point que je m'occupe de vérifier, de même que j'ai à isoler les autres termes de ce dédoublement intéressant.

» Quant au corps D, retiré des eaux mères du précédent, il forme de petits prismes solubles, donnant avec l'acide azotique un dérivé nitré jaune, en aiguilles. Les analyses lui assignent la formule

$$C^8H^5BrAz^4O^4.$$

» J'ai signalé plus haut une solution B. Celle-ci renferme, indépendamment de l'acide oxalique et du bromure d'ammonium, un corps très-soluble dans l'eau et l'alcool, qui n'a pas encore été isolé à l'état de pureté, mais qui se transforme facilement en murexide par l'action successive de l'acide azotique et de l'ammoniaque. Pour observer cette réaction, il suffit d'opérer comme dans la recherche de l'acide urique.

» L'identité de la matière colorante, préparée dans ces conditions avec la murexide, a été constatée à l'aide des caractères indiqués plus haut : action de la potasse, des sels de zinc, de l'acétate mercurique, etc.

» Tels sont les premiers résultats d'un travail que je poursuis dans le but d'étudier, d'une façon complète, les dédoublements des divers corps obtenus et d'isoler les dérivés (acide dialurique, alloxane) qui fournissent la murexide.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

ZOOLOGIE. — *Amphipodes du golfe de Marseille.* Note de M. **J.-D. Catta**, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait.)

» Grâce aux ressources offertes par le laboratoire des Hautes Études, installé à la Faculté des Sciences de Marseille, j'ai pu me livrer à l'étude des Crustacés inférieurs qui peuplent les eaux de notre golfe : je consigne ici les quelques résultats obtenus relativement aux Amphipodes.

» .... En résumé, des Amphipodes normaux sont déjà représentés, dans le golfe de Marseille, par une trentaine de genres, dont un au moins nouveau, et par soixante-dix à soixante-quinze espèces différentes.

» Six espèces nouvelles et deux variétés, de formes surtout adriatiques, donnent pour ainsi dire la physionomie de la faune locale.

» Quant aux espèces déjà connues, deux appartiennent exclusivement à la mer Noire, une à l'Adriatique, trois aux îles Britanniques; trois autres se retrouvent en Angleterre et en Scandinavie, cinq à Naples et dans l'Adriatique; deux seulement existent à la fois dans ces deux dernières stations et dans les mers du Nord.

» Nul doute que, si la faune italienne était mieux connue, ses liens ne parussent beaucoup plus nombreux avec celle de notre golfe. »

GÉOLOGIE. — *Dépôts salins des laves de la dernière éruption de Santorin.* Note de M. **F. Fouqué**, présentée par M. Charles Sainte-Claire Deville.

« Au milieu des laves de la dernière éruption de Santorin, particulièrement sur celles qui appartiennent à l'un des centres éruptifs apparu sous la forme d'un îlot distinct, et désigné sous le nom d'*Aphroëssa,* on trouvait, en 1867, des accumulations considérables de dépôts salins, le plus souvent d'une blancheur éclatante. Le lieu principal de ces dépôts était une fente à peu près rectiligne, longue de plusieurs mètres, large d'environ 10 centimètres, qui se voyait entre les laves, à une hauteur d'environ 35 mètres au-dessus du niveau de la mer. D'après les renseignements donnés par les gens du pays, on avait remarqué ces amas de sels dès le mois de mai 1866, alors que les laves contiguës étaient encore à une très-haute température. La sécheresse habituelle du climat, la forme étroite de la fente expliquent la conservation de ces mélanges salins, dont plusieurs offraient, d'ailleurs, l'apparence extérieure et la compacité de matières fondues.

» Lorsqu'on traite ces mélanges salins par l'eau froide, on en dissout seulement une portion. La partie soluble est formée, en majeure partie, de chlorure de sodium, auquel est associé constamment une petite proportion de sulfate de soude. Sur sept échantillons analysés quantitativement, six contenaient dans cette portion une petite quantité de bicarbonate de magnésie, et le septième, privé de bicarbonate de magnésie, renfermait du carbonate de soude. Du chlorure de magnésium a été trouvé dans trois échantillons.

» La partie insoluble est composée de carbonate neutre de magnésie, associé parfois avec un sulfate basique d'alumine, de traces d'oxyde de fer hydraté et de sulfate de chaux.

» Aucun échantillon n'a offert de traces d'iode, de brome, ni de sels de potasse, bien que les recherches de ces substances aient été opérées sur 1 cen-

timètre cube d'eau mère, résultant de l'évaporation de 120 grammes de matière saline en dissolution.

» On ne peut admettre que les sels de potasse aient disparu de tels mélanges par l'effet de l'humidité atmosphérique ; car, dans ce cas, le chlorure de magnésium en aurait été également absent. Une simple évaporation de l'eau de la mer ne peut donc expliquer la formation de ces dépôts. Il faut nécessairement admettre qu'ils ont été amenés des profondeurs du sol par les mêmes ouvertures qui ont donné issue aux laves, ou au moins que la lave incandescente a joué un rôle chimique actif dans leur production.

» Il est à remarquer, néanmoins, que ces dépôts sont plus riches en produits magnésiens que ceux qui sont habituellement recueillis dans les fumerolles des volcans. On doit noter aussi que la présence du chlorure de magnésium intact semble exclure l'hypothèse du contact avec un milieu à très-haute température.

» La réunion de ces données en apparence contradictoires peut cependant être expliquée à l'aide de la théorie de Gay-Lussac, c'est-à-dire par une réaction de l'eau de la mer sur la lave en fusion. En effet, la nature éminemment sodique des laves de Santorin explique la disparition des sels de potasse dans les produits volatilisés, la potasse de ces sels étant fixée par la lave au contact de laquelle elle se trouve en présence de la vapeur d'eau, à la température de l'incandescence, tandis que la soude et la magnésie échappent à cette fixation complète à cause de leur proportion initiale plus considérable. Quant au chlorure de magnésium, il est vrai qu'il ne peut être volatilisé en nature, en présence de la vapeur d'eau ; mais la magnésie caustique, entraînée par les gaz et les vapeurs volcaniques, reproduit facilement, après son dépôt à la surface des laves, soit du bicarbonate de magnésie, soit du chlorure de magnésium, car elle se trouve alors exposée à l'action du dégagement d'acide carbonique et d'acide chlorhydrique, qui s'opère par les mêmes fissures, et rencontre alors des conditions de température favorables à la production des combinaisons salines.

» Une infiltration de l'eau de la mer dans les profondeurs du volcan, une altération au contact de la lave incandescente éprouvée par les sels qui étaient en dissolution dans l'eau infiltrée, une modification des sels volatilisés ou entraînés par les vapeurs après leur retour au contact de l'atmosphère, telles sont donc les actions successives qui peuvent servir à rendre compte des phénomènes observés.

» Les résultats numériques consignés dans le tableau suivant sont la base des considérations présentées ci-dessus.

Mélanges salins composés d'un agrégat de cristaux très-petits et s'offrant sous forme de masses poreuses.

	Matière	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Partie soluble.	Bicarbonate de magnésie	2,2	1,4	1,4	1,1	0,4
	Chlorure de magnésium	2,1	0,0	0,0	0,0	2,8
	Sulfate de soude	5,5	1,2	0,6	0,1	1,9
	Chlorure de sodium	73,8	74,2	95,4	88,7	86,6
Partie insoluble.	Carbonate de magnésie	15,5	21,5	2,1	8,7	8,3
	Alumine et Fe^2O^3	0,5	0,9	0,3	0,7	traces
	Acide sulfurique combiné à l'alumine et peut-être à l'oxyde de fer	0,4	0,8	0,2	0,7	»
	Sulfate de chaux	traces	traces	traces	traces	»
		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

	Matière	Matière n° 6 (compacte, d'un blanc laiteux).	Matière n° 7 (compacte, translucide).
Partie soluble	Bicarbonate de magnésie	0,3	0,0
	Chlorure de magnésium	4,5	0,0
	Sulfate de soude	1,7	1,6
	Chlorure de sodium	81,4	95,0
	Carbonate de soude	0,0	0,7
Partie insoluble	Carbonate de magnésie	12,1	2,7
	Alumine Fe^2O^3 et acide sulfurique	traces	0,0
		100,0	100,0

» Les propriétés physiques et chimiques des sels qui figurent dans ce tableau ne permettent pas une autre interprétation qualitative des données immédiates de l'analyse. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, en présentant ce nouveau travail de M. *Fouqué* sur les produits de l'éruption de Santorin, ajoute les remarques suivantes :

« Tout semble indiquer, comme l'auteur le fait observer, que les fumerolles qui ont donné ces produits ont dû appartenir, au moins en partie, à la phase primitive de l'éruption ; néanmoins, en examinant leur composition, on peut présumer qu'elles se sont fait jour pendant un temps assez long et sous des influences variables. La matière n° 7, par exemple, est très-analogue aux dépôts des *fumerolles sèches* de l'éruption du Vésuve, en

1855, analysés par moi (1); la matière n° 6 et surtout les matières n^{os} 1 à 5 s'en éloignent davantage par la proportion de plus en plus grande des sels insolubles et par la présence du carbonate neutre de magnésie et d'un sous-sulfate d'alumine. Je ne puis voir, comme M. Fouqué, dans ces derniers produits, que l'action postérieure des acides carbonique et sulfurique sur la substance de la lave. Je puis affirmer que les fumerolles primitives des éruptions du Vésuve, étudiées par moi, déposaient des sels neutres blancs et *entièrement solubles dans l'eau*. Ce n'est qu'ultérieurement, et lorsque les vapeurs passaient à la phase *chlorhydro-sulfureuse*, qu'on commençait à constater dans leurs dépôts des sels métalliques et des substances insolubles, provenant manifestement de l'altération consécutive de la roche.

» L'absence des sels de potasse est remarquable : nous trouvions au Vésuve, M. Scacchi et moi, de petites quantités de sulfate de cette base, dans les produits des fumerolles primitives.

» L'abondance du carbonate de magnésie dans ces produits est un fait intéressant, et que je crois nouveau. Il me rappelle les concrétions mamelonnées de carbonate de magnésie que j'ai recueillies, à la Guadeloupe, à la surface d'une lave très-ancienne, antérieure à la découverte des Antilles, et dont j'ai donné aussi l'analyse (2). Dans ce dernier cas, les eaux pluviales avaient évidemment entraîné les sels solubles qui avaient pu accompagner le carbonate de magnésie.

» L'autorité de M. Fouqué en ces matières est assez bien établie pour me permettre de réserver mon opinion sur l'appui qu'il pense trouver dans son nouveau travail pour l'ancienne théorie des infiltrations des eaux de la mer, rajeunie par Gay-Lussac et adoptée par MM. Abich, Fouqué et plusieurs autres vulcanistes distingués.

» Le principal argument en faveur de cette opinion se trouvait dans les analogies de nature et de proportion que l'on observait entre les acides et les bases des produits volcaniques et les sels contenus dans l'eau de mer. Mais si, pour expliquer la présence d'une quantité considérable de carbonate de magnésie (jusqu'à 22 pour 100), de sulfate d'alumine et de fer, en même temps que la disparition de la potasse, il faut avoir recours à une série de transformations successives des éléments primitifs de l'eau de mer,

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^{e} série, t. XIII, p. 620.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^{e} série, t. V, p. 66. Outre le carbonate de magnésie, très-compacte, la substance contient 1,70 pour 100 d'eau; 0,73 de silice et 0,24 d'alumine, avec traces de sesquioxyde de fer.

on ne voit plus l'avantage de cette hypothèse, et l'on peut se demander, comme le font d'autres géologues, si l'eau de la mer, au lieu de fournir les éléments gazeux et solides des émanations, n'est pas, au contraire, le résidu, l'*eau mère* de toutes les réactions engendrées, sur la substance des roches éruptives, par les émanations que ces roches entraînent et amènent avec elles des profondeurs.

» Je soumets ce second point de vue au savant et habile expérimentateur, dont je viens de présenter le travail, en lui faisant d'ailleurs remarquer que, si l'hypothèse de l'infiltration des eaux de la mer offre déjà des difficultés au point de vue chimique, elle rencontre, pour certaines bouches volcaniques, très-éloignées des rivages, des objections plus fortes encore. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, en présentant à l'Académie les observations météorologiques faites à Baréges (1232 mètres), à la station Plantade (2336 mètres) et au sommet du pic du Midi (2877 mètres), ajoute les remarques suivantes :

« Dans la séance du 10 novembre 1873, j'appelais, pour la première fois, l'attention de l'Académie sur la belle entreprise de la fondation d'un Observatoire météorologique au sommet du pic du Midi de Bigorre. On sait que la Commission permanente, chargée de mettre ce projet à exécution, a commencé par établir une station à 500 mètres environ plus bas, au col de Sencours. La Société météorologique de France s'était empressée, dès le début, de fournir aux observateurs la série entière des instruments nécessaires, ainsi que l'abri (modèle Montsouris), qui devait les protéger. Je suis chargé par la Commission d'offrir à l'Académie les deux fascicules qui résument les observations faites en ce point, à Baréges et au sommet du pic (1), dans l'été et l'automne de 1873 et du 1er août au 13 décembre 1874, à midi 53 minutes (t. m. de Paris) par les soins de la Commission ; mais on a reconnu que la station du col, en même temps qu'elle est moins favorable à l'exactitude des résultats que ne le serait le sommet du pic, offre aussi, par suite de la disposition des lieux, un séjour plus pénible. Une souscription est donc organisée pour obtenir les 30 000 francs, jugés nécessaires pour l'installation d'un Observatoire à la cîme du pic. Nous espérons que le public scientifique se rendra à l'appel de nos coura-

(1) Outre cette observation dite *simultanée*, on fait à l'hôtellerie de Sencours, plusieurs fois par jour, des observations régulières, aux heures recommandées par la Société météorologique de France.

geux compatriotes des Hautes-Pyrénées, et que le Conseil d'État ne tardera pas à reconnaître, comme établissement d'utilité publique, la Société Ramond, et lui permettra ainsi d'acquérir le terrain nécessaire et de construire le pavillon-observatoire. »

M. **Resal**, en présentant à l'Académie une nouvelle publication de la Société des Ingénieurs civils de la Grande-Bretagne, s'exprime comme il suit :

« Cette Société, dont le siége est à Londres, a eu cette année l'heureuse idée de fonder une publication spéciale (*Abstracts of papers in foreign Transactions and periodicals*), qui a pour objet de réunir des extraits des principaux Mémoires publiés par des ingénieurs étrangers.

» La Société m'a chargé d'offrir à l'Académie le premier numéro de cette publication, qui présente, à tous égards, le plus grand intérêt. Les analyses des Mémoires sont tellement nettes et complètes, que l'on se fait avec la plus grande facilité une idée du travail de chaque auteur.

» Il serait bien désirable que l'exemple donné par la Société anglaise fût suivi en France.

» Je suis heureux de constater que plus de la moitié des Mémoires analysés dans l'opuscule dont il s'agit sont dus à des Français. »

M. **Chasles** présente à l'Académie une Note de M. *Genocchi*, motivée par la Communication récente de M. S. Roberts, relative à l'expression des arcs des ovales de Descartes en fonction de trois arcs d'ellipse, question sur laquelle M. S. Roberts pensait avoir la priorité.

« M. Genocchi, dans sa Communication du 11 janvier dernier, qui avait donné lieu à celle de M. S. Roberts, n'avait pas rappelé son Mémoire de 1864, *Intorno alla rettificazione e alle proprietà delle caustiche secondarie*, inséré dans les *Annali di Matematica* de Tortolini (t. VI, 1864, p. 97-123), dans lequel, entre autres questions, il parvient à l'expression analytique de l'arc d'ovale, d'où il conclut que : *un' arco d'ovale si riduce alla somma di tre archi d'ellissi* (p. 108). On voit, en outre, dans ce Mémoire que M. Genocchi avait déjà annoncé dès 1855 ce résultat important de la théorie des fonctions elliptiques : « *La rettificazione delle ovali di Cartesio col mezzo* » *di tre archi d'ellisse fu da me annunziata senza dimostrazione nel* 1855 *in un* » *fascicolo del Giornale letterario di Torino* il Cimento (volume VI, *fasci-* » *colo* 7). »

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er mars 1875.

(suite.)

Le scoperte del Fusinieri, cenni storici con illustrazione di alcuni suoi instrumenti conservati nel museo civico di Vicenza, pubblicazione di G. Nardi. Vicenza, tip. nazionale Paroni, 1875; in-8°.

Sulla natrolite (savite) e analcima di Pomaja (com. di Santa-Luce). Nota di Ant. d'Achiardi, *letta all' adunanza del* 31 *maggio* 1874. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Estratto dagli *Atti della Societa toscana di Scienze naturali.*)

Sulla conversione di una roccia argillosa in serpentino. Nota di Ant. d'Achiardi. Roma, tip. Barbera, 1874; in-8°. (Estratto dal *Bollettino del R. Comitato geologico.*)

Sulle calcarie lenticolare e grossolana di Toscana. Nota di Ant. d'Achiardi. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Osservazioni sulla fisiologia del parvago fatte nell' uomo vivente; del dottor P. Malerba. Napoli, ufficio della redazione e amministrazione del giornale *il Morgagny*, 1874; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVIII, sessione 1ª del 20 dicembre 1874. Roma, 1875; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mars 1874.

Géodésie d'Éthiopie ou triangulation d'une partie de la haute Éthiopie, exécutée selon des méthodes nouvelles; par A. d'Abbadie, Membre de l'Institut, vérifiée et rédigée par R. Radau. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°, relié, avec cartes collées sur toile.

Notice sur la marine à vapeur de guerre et de commerce depuis son origine jusqu'en 1874; *par* L.-E. Bertin. Paris, Dunod, 1875; in-8°, relié.

Notice sur les terrains paléozoïques du département de l'Hérault; par M. Graff. Lyon, imp. H. Storck, 1874; br. in-8°.

Matériaux pour servir à la description du terrain crétacé en France; par M. Hébert. *Description du bassin d'Uchaux; par* MM. Hébert et Roucas.

Appendice paléontologique; par MM. HÉBERT et MUNIER-CHALMAS. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône; par Eug. DUMORTIER. 1re partie : *Infra-lias;* 2e partie : *Lias inférieur;* 3e partie : *Lias moyen;* 4e partie : *Lias supérieur.* Paris, F. Savy, 1864-1874; 4 vol. in-8°.

Traité élémentaire de Minéralogie; par M. F. PISANI, précédé d'une préface par M. DES CLOIZEAUX. Paris, G. Masson, 1875; in-12.

Les bois indigènes et étrangers; par MM. A. DUPONT et BOUQUET DE LA GRYE. Paris, J. Rothschild, 1875; 1 vol. in-8°.

Revue de Géologie pour les années 1871 *et* 1872; *par* M. DELESSE et M. DE LAPPARENT; t. XI. Paris, F. Savy, 1875; in-8°.

Annales télégraphiques; 3e série, t. II, janvier, février 1875. Paris, Dunod, 1875; in-8°.

Le Phylloxera au Congrès de Montpellier; par le Dr COSTE. Salins, Billet, 1875; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Études sur la verticale; par M. D'ABBADIE, Membre de l'Institut. Bordeaux, imp. Gounouilhou, sans date; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; janvier 1875. Paris, Dunod, 1875; in-8°.

Annales des Mines ou Recueil de Mémoires sur l'exploitation des mines; t. VI, 5e liv. de 1874. Paris, 1874; in-8°.

Table générale et alphabétique des matières contenues dans les volumes LXXIIIe à LXXXVe inclusivement du Bulletin général de Thérapeutique. Paris, Doin, 1875; in-4°.

Faune gallo-rhénane ou Species des insectes qui habitent la France, la Belgique, la Hollande, le Luxembourg, la Prusse rhénane, le Nassau et le Valais; par A. FAUVEL. *Coléoptères,* liv. 1 à 5. Caen, Le Blanc-Hardel, 1868-1874; 5 liv. in-8°.

A. FAUVEL. *Annuaire entomologique pour* 1873, 1874, 1875. Caen, chez l'auteur; Paris, L. Buquet, 1874, 1875; 3 vol, in-18.

Recherches sur l'anatomie et la physiologie du cœur; par le Dr Marc SÉE. Paris, G. Masson, 1875; in-4°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1875.)

Clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu de Lyon; par A.-D. VALETTE. Paris, J.-B. Baillière, 1875; in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

Exposé de la théorie des intérêts composés et des annuités d'après un ouvrage de M. Fédor Thoman; par M. F. LEFORT, *suivi des Tables logarithmiques calculées; par* M. F. THOMAN. Paris, Dunod, 1874; in-8°, relié.

Observations de Pulkova, publiées par OTTO STRUVE; vol. VI: *Observations faites au cercle méridien.* Saint-Pétersbourg, imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1873; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 7e série, t. XIX, n° 10 et dernier; t. XXI, nos 6 à 11. Saint-Pétersbourg, 1873-1874; 7 liv. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. IX, nos 4, 5; t. XX, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1874; 3 liv. in-4°.

Die Zeitbestimmung vermittelst des tragbaren Durchgangsinstruments im Verticale des Polarsterns; von W. DÖLLEN; zweite Abhandlungen. Saint-Pétersbourg, 1874; in-4°.

Mélanges mathématiques et astronomiques tirés du Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. V : *Observations des satellites de Jupiter, faites en Russie dans les années* 1872 *et* 1873, *et rassemblées par* M. S. GLASENAPP. Saint-Pétersbourg, 1874; in-8°.

Jahresbericht am 27 *mai* 1874 *dem Comite der Nicolai-Hauptsternwarte abgestattet vom Director der Sternwarte.* Saint-Pétersbourg, 1874; in-8°.